



BACHELORARBEIT

Herr
Christian Schmitz

**Die Entwicklung moderner
Eingabegeräte und die
Auswirkungen auf Interface-
und Interaktionsdesign.**

2014

BACHELORARBEIT

Die Entwicklung moderner Eingabegeräte und die Auswirkung auf Interface- und Interaktionsdesign

Autor:
Herr Christian Schmitz

Studiengang:
Angewandte Medien

Seminargruppe:
AM11wD1-B

Erstprüfer:
Frau Prof. Dr. Huhle

Zweitprüfer:
Milena Munsch, Dipl.-Ing. (FH)

BACHELOR THESIS

The development of modern input devices and the impact on interface design and inter- action design

author:

Mr. Christian Schmitz

course of studies:

Applied media

seminar group:

AM11wD1-B

first examiner:

Frau Prof. Dr. Huhle

second examiner:

Milena Munsch, Dipl.-Ing. (FH)

Bibliografische Angaben

Nachname, Vorname: Schmitz, Christian

Thema der Bachelorarbeit

„Die Entwicklung moderner Eingabegeräte und die Auswirkung auf Interface- und Interaktionsdesign.“

Topic of thesis

“The development of modern input devices and the impact on interface design and interaction design.”

52 Seiten, Hochschule Mittweida, University of Applied Sciences,
Fakultät Medien, Bachelorarbeit, 2014

Abstract

This work deals with the topic: “The development of modern input devices and the impact on interface design and interaction design.”. The work is divided into four parts. The first part takes a closer look at the new input device: *The Leap Motion Controller* which support hand and finger motions as input. Afterwards the second part will give an overview about the developement of the human-computer interaction and the impact of the different user interfaces by describing different design concepts: the *Graphical-User-Interface* and the *Natural-User-Interface*. The third part describes and evaluates two input devices: the desktop-mouse and the Apple iPhone with the multitouch-screen. The analysis examines four criteria: precision, feedback, manipulation and ergonomics. The fourth part of the work deals with the conception of an application for the *Leap Motion Controller* which is based on the different user interface concepts and analysis.

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	V
Abkürzungsverzeichnis	VI
Abbildungsverzeichnis	VII
1 Einleitung	1
1.1 Themenaufritt und Begründung für das Thema	1
1.2 Aufbau und Ziel der Arbeit	2
1.3 The Leap Motion Controller	4
1.3.1 Funktionsweise Leap Motion Controller	5
2 Grundlagen	6
2.1 Definition Mensch-Computer-Interaktion	6
2.2 Gerätebasierte Interfaces in der MCI	10
2.2.1 Definition GUI und direkte Manipulation	10
2.2.2 Standard Elemente eines Graphical-User-Interface	13
2.2.3 Desktop-Metapher	14
2.2.4 Ergonomie gerätebasierter Interfaces	15
2.3 Gestenbasierte Interfaces in der MCI	17
2.3.1 Definition Natural-User-Interfaces	17
2.3.2 Das OSIT-Prinzip als Grundlage zur Interaktion mit einem NUI	19
2.3.3 OCGM – Interface Metapher als Verständnis für ein NUI	20
2.4 Zwischenfazit	22
3 Entwicklung und Evaluierung von Eingabegeräten	24
3.1 Entwicklung der Desktop-Maus	24
3.2 Entwicklung von berührungsempfindlichen Oberflächen	28
3.3 Beurteilungskriterien der geräte- und gestenbasierten Eingabe	30
3.3.1 Präzision der Desktop-Maus und Multitouch-Screen	30
3.3.2 Feedback der Desktop-Maus und Multitouch-Screen	32
3.3.3 Manipulation der Desktop-Maus und Multitouch-Screen	35
3.3.4 Ergonomie der Desktop-Maus und des Multitouch-Screen	36

4	Konzept Leap Motion Controller	40
4.1	Konzept: Intro-Seite.....	40
4.2	Konzept: Home.....	43
4.3	Präsentationsmodus.....	46
5	Zusammenfassung und Fazit	48
	Literaturverzeichnis	IX
	Eigenständigkeitserklärung	XII

Abkürzungsverzeichnis

GUI	Graphical-User-Interface
NUI	Natural-User-Interface
App	Applikation
MCI	Mensch-Computer-Interaktion
WIMP	Window, Icon, Menüs, Pointing Device
OCGM	Object, Container, Gestures, Manipulations
OSIT	Orientieren, Selektieren, Informieren, Transagieren
MMK	Mensch-Mensch-Kommunikation
MCK	Mensch-Computer-Kommunikation
mm	Millimeter
OPP	Objektorientierte Programmierung
CLI	Command Line Interface
HUI	Human-Computer-Interface
z. B.	zum Beispiel
bzw.	beziehungsweise
dt.	deutsch
d. h.	das heißt
sec.	Sekunde
sog.	sogenannte

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: The Leap Motion Controller	4
Abbildung 2: Visualisierung 3D Raum über dem Gerät.....	5
Abbildung 3: Medien in der MMK und MCK	7
Abbildung 4: Seven stages of action von Donald A.Norman.....	9
Abbildung 5: Das OSIT-Handlungsprinzip.....	19
Abbildung 6: OCGM-Metapher.....	20
Abbildung 7: Die erste Desktop-Maus (1964).....	25
Abbildung 8: Magic Mouse Apple (2009).....	26
Abbildung 9: Apple iPhone (2007).....	28
Abbildung 10: Entfernungen dienen in Fitts Law dazu, die Zeit zu bestimmen, die ein Cursor für die Bewegung zum Ziel benötigt	31
Abbildung 11: Visuelles Feedback beim drücken einer Taste.....	34
Abbildung 12: Intro-Seite der Anwendung.....	41
Abbildung 13: Wireframes für das Tutorial der Swipe-Geste	42
Abbildung 14: Wireframes für das Tutorial der Pinch-Geste	43
Abbildung 15: Wireframes für das Tutorial der Tap-Geste	43
Abbildung 16: Wireframe für die Home-Seite	44
Abbildung 16: Wireframe für den Präsentationsmodus	46

1 Einleitung

„Sage es mir, und ich werde es vergessen. Zeige es mir, und ich werde es mir merken. Lass es mich erleben, und ich werde es verstehen.“¹

Die folgende Arbeit setzt sich mit dem Thema „Die Entwicklung moderner Eingabegeräte und die Auswirkung auf Interface- und Interaktionsdesign“ auseinander. Als Grundlage der Untersuchung wird zunächst die Entwicklung der Interaktion zwischen Mensch und Computer vorgestellt. Dabei werden die *seven stages of action* von Donald A. Norman beschrieben, um daraus abzuleiten welche Bedeutung dies für ein interaktives System hat. Des Weiteren sollen die bestehenden Benutzerschnittstellen und deren Eigenschaften vorgestellt werden. Hierbei handelt es sich um das *Graphical-User-Interface* und das *Natural-User-Interface*. Anschließend erfolgt eine Analyse mit vier Kriterien: Präzision, Feedback, Manipulation und Ergonomie. Analysiert wird die Desktop-Maus als Standardperipheriegerät eines *Graphical-User-Interface* und das Apple iPhone und Microsoft Surface mit der Multitouch-Technologie als Stellvertreter für das *Natural-User-Interface*.

1.1 Themenaufriß und Begründung für das Thema

Das einleitende Zitat von Konfuzius aufgreifend: Das Interaktionsdesign definiert, auf welchem Weg der Anwender mit dem interaktiven System interagieren kann, um so Erfahrungen und Erlebnisse zu kreieren. Durch die erlebte Erfahrung wird der Anwender das System verstehen. Doch bevor er diese Erfahrung erleben kann, muss das Interface dem Anwender kommunizieren, wie das System zu bedienen ist. Es vermittelt dem Anwender, wie er mit dem interaktiven System interagieren kann.

Der Frage, in wie weit ein Eingabegerät bzw. die Verschmelzung von Ein- und Ausgabegerät das Interface- und Interaktionsdesign beeinflusst und welche Auswirkungen es darauf hat, wird in dieser Arbeit nachgegangen. Da es eine Vielzahl an verschiedenen Eingabegeräten gibt, fällt in dieser Arbeit der Schwerpunkt zuerst auf die Desktop-Maus. „Kein anderes Eingabegerät hat bezogen auf die Mensch-System-Interaktion

¹ Stapelkamp, 2011: 161

eine derartige Erfolgsstory vorgelegt.“² Die Desktop-Maus zählt heutzutage als Standardperipheriegerät eines jeden Computersystems und steht in dieser Arbeit als Stellvertreter für alle Zeigegeräte. Die anderen beiden Geräte heben sich durch die Technologie der berührungsempfindlichen Oberfläche ab, hierbei handelt es sich um das iPhone von Apple und das Surface von Microsoft. Die daraus resultierenden Ergebnisse sollen auf die berührungslose, gestenbasierte Eingabe des Leap Motion Controller abgeleitet werden.

Daraus abgeleitet stellen sich weitere Fragen für die berührungslose Interaktion: Wie groß müssen Interface-Elemente sein? Wie verhalten sich Interface-Elemente? Verfügen sie über visuelles Feedback in Form eines Mouse-Over? Wie müssen sie angeordnet werden? Wie gestaltet man die Eingabe über Gesten und welche Interaktionsaufgaben sind für das Eingabegerät angemessen?

In dieser Arbeit geht es darum, aus den bestehenden Eingabegeräten und Technologien ein Interaktionskonzept (in Form einer App) für den Leap Motion Controller zu entwickeln.

Die zu konzipierende Anwendung (App) soll bei GREY Düsseldorf für den GREYcade verwendet werden. GREYcade ist ein ARCADE-Gehäuse, in dem ein Bildschirm und Leap Motion Controller eingebaut ist. Per App können sich Mitarbeiter und Kunden Präsentationen anschauen. Der GREYcade soll die digitale Kompetenz des Unternehmens untermauern und den Kunden aufzeigen, dass sie in einer innovativen und kreativen Werbeagentur sind.

1.2 Aufbau und Ziel der Arbeit

Zu Beginn der Arbeit wird ein interdisziplinärer Einblick in die Grundlagen der Mensch-Computer-Interaktion gegeben. Darüber hinaus wird die Entwicklung der Benutzerschnittstellen vorgestellt und das Interaktionsmodell von Donald A. Norman beschrieben.

² Dorau, 2011: 76

Im zweiten Teil von Kapitel 2 wird die gerätebasierte Eingabe der MCI anhand der Benutzerschnittstelle des *Graphical-User-Interfaces* eines Computers definiert. Des Weiteren werden die grundlegenden Metaphern und Konzepte der Benutzerschnittstelle vorgestellt und beschrieben, dazu zählt das WIMP-Prinzip (Window, Icon, Manipulation und Pointer) und die Desktop-Metapher, mit deren Hilfe der Anwender mit dem Interface interagieren kann.

Danach wird eine weitere Benutzerschnittstelle definiert und vorgestellt, nämlich das Natural-User-Interface, welches die gestenbasierte Eingabe der MCI beschreibt. Beim NUI rückt die Gestaltung der Handlung und des Verhaltens auf die Benutzeroberfläche in den Fokus. Das Gerät (Computer, Smartphone, Tablet-PC) soll durch natürliche Handlungsprinzipien bedienbar sein. Das NUI ist noch weitgehend unerforscht und kann daher nicht auf allgegenwärtige Metaphern bzw. Prinzipien zurückgreifen. Des Weiteren wird das natürliche Handlungsprinzip, das OSIT-Handlungsmodell (Orientieren, Selektieren, Informieren und Transagieren) vorgestellt. Im Anschluss daran wird die OCGM-Metapher (Objekte, Container, Gesten und Bedienung) als Pendant zur Desktop-Metapher beschrieben. Abschließend folgt zu Kapitel 2 ein Zwischenfazit.

In Kapitel 3 wird die Entwicklung der Desktop-Maus und der berührungsempfindlichen Oberflächen erläutert und eine Analyse durchgeführt. Danach werden die vorgestellten Eingabegeräte anhand der verschiedenen Kriterien: Präzision, Feedback, Manipulation und Ergonomie gegenübergestellt, um so Anforderungen an das Interface- und Interaktionsdesign für den Leap Motion Controller abzuleiten.

Auf Basis der Grundlagen und der Analyse soll im letzten Abschnitt der Arbeit ein Interaktionskonzept für das neuartige Eingabegerät „*Leap Motion Controller*“ entwickelt werden.

Kapitel 4 befasst sich mit der Konzeption einer Präsentationsanwendung für den Leap Motion Controller. Mithilfe der Analyseergebnisse und Grundlagen aus Kapitel 2 wird das Konzept erklärt. Zuerst wird die Intro-Seite der Anwendung vorgestellt. Danach folgt die Beschreibung der Home-Seite (Startseite) und zum Schluss wird der Präsentationsmodus vorgestellt.

1.3 The Leap Motion Controller

2012 stellte das Startup Leap Motion erstmals seine berührungslose Gestensteuerung, the Leap vor. Heutzutage trägt das Gerät den Name: The Leap Motion Controller.³ Das neuartige Eingabegerät ist das Gegenstück zu der Bewegungsteuerung Kinect, die heutzutage auch schon für Arbeiten an dem Computer benutzt wird und nicht wie zu Beginn ausschließlich für Spiele der Xbox360, für die sie primär konzipiert war.

Seit 2013 ist das neue Eingabegerät im Handel zu kaufen und kostet in Deutschland ca. 80,00 €. Die Software für den Leap Motion Controller unterstützt die Betriebssysteme von Windows, Linux und Apple. Wie in Abbildung 1 zu sehen ist, beträgt die Kantenlänge des Geräts 80 mm, es ist 30 mm Breit und hat eine Höhe von 12,7 mm, welche den Maßen eines Feuerzeuges entsprechen. Das Eingabegerät wird vor dem Computer bzw. Bildschirm positioniert, sodass es in Armreichweite für den Benutzer ist. Über ein USB-Kabel wird das Gerät mit dem Computer oder Bildschirm verbunden.



Abbildung 1: The Leap Motion Controller

³ Vgl. Floemer, 2012: k.A.

1.3.1 Funktionsweise Leap Motion Controller

Die Erkennung der Gesten erfolgt über zwei Kamera-Sensoren und drei Infrarot LED's im Gehäuse.⁴ Diese projizieren einen dreidimensionalen Raum (Abbildung 2) über dem Gerät, welcher 60 cm Hoch und 60 cm Breit ist und ein Volumen von 113 l fasst.⁵



Abbildung 2: Visualisierung 3D Raum über dem Gerät

Zur Eingabe können die Hände mittels Gesten verwendet werden oder Gegenstände wie z. B. ein Stift. Bei der Eingabe wird eine Genauigkeit von bis zu 1/100 mm erreicht.⁶

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass das hier vorgestellte Eingabegerät noch sehr neuartig ist, was bedeutet, dass die zur Verfügung stehenden Richtlinien noch nicht als Standard bezeichnet werden können. In den folgenden Kapiteln sollen mithilfe von Grundlagen aus dem Bereich der *Mensch-Computer-Interaktion* und der Analyse von alltäglichen Eingabegeräte Standards für die Interaktion mit dem Leap Motion Controller sowie das dafür benötigte Interfacedesign abgeleitet werden.

⁴ Vgl. Gorman, 2012: k.A.

⁵ Vgl. Floemer, 2012: k.A.

⁶ Vgl. Dritterraum, 2013: k.A.

2 Grundlagen

Im Rahmen der Grundlagen sollen wesentliche Aspekte der Mensch-Computer-Interaktion erklärt werden. Der erste Abschnitt 2.1 gibt grundlegende Erkenntnisse über das Forschungsfeld, in welches diese Arbeit fällt. Im Zuge dessen wird die Entwicklung der objektorientierten Programmierung vorgestellt und erläutert, welche Auswirkungen diese auf die Mensch-Computer-Kommunikation hat. Des Weiteren werden die seven stages of action von Donald Norman beschrieben.

Untersuchungen auf diesem Gebiet beschäftigen sich mit den Interaktionsmöglichkeiten, die den Austausch von Informationen zwischen Mensch und Computer realisieren. Die Gestaltung von Interaktionsmöglichkeiten von Mensch und Computer erfordert dabei ein interdisziplinäres Wissen über die Mensch-Computer-Kommunikation und die Handlungsschritte, mit denen der Anwender mit einem interaktiven System interagiert.

2.1 Definition Mensch-Computer-Interaktion

Der Autor Markus Dahm beschreibt die Mensch-Computer-Interaktion wie folgt: „Bei interaktiven Systemen kommunizieren ein Mensch und ein Computer miteinander, sie tauschen Informationen aus, um gemeinsam eine Ziel zu erreichen.“⁷ Bestandteil der Interaktion ist die Kommunikation von Mensch und Computer. Bei der Kommunikation werden verschiedene Medien verwendet, um mit dem interaktiven System zu interagieren und den Austausch von Informationen zu realisieren.

Zu Beginn der Kommunikation zwischen Mensch und Computer konnte der Computer Informationen lediglich über die Darstellung von Texten wiedergeben und der Mensch durch die Eingabe mithilfe der Tastatur mit dem Computer interagieren.

Die Entwicklung von immer leistungstärkeren Rechnern führte zu einer neuen Methode im Bereich der Software-Entwicklung: Der objektorientierte Programmierung.

⁷ Dahm, 2006: 18

„Die objektorientierte Programmierung [...] verbindet Daten und Funktionen zu Einheiten, den Objekten [...]“⁸

Diese Entwicklung hatte auch Auswirkung auf die Darstellungen von Informationen und somit auf die MCK. Es wurden nun grafische Objekte auf dem Bildschirm dargestellt, der Begriff der grafischen Benutzungsschnittstelle, auch *Graphical-User-Interfaces* wurde geprägt. Auf den Begriff *Graphical-User-Interface*, der gleichzustellen ist mit grafischer Benutzungsschnittstelle, wird in Kapitel 2.2.1 näher eingegangen. Die folgende Abbildung zeigt, welche Unterschiede zwischen der *Mensch-Mensch-Kommunikation* und der MCK bestehen und welche Auswirkung die Entwicklung der OOP hatte.

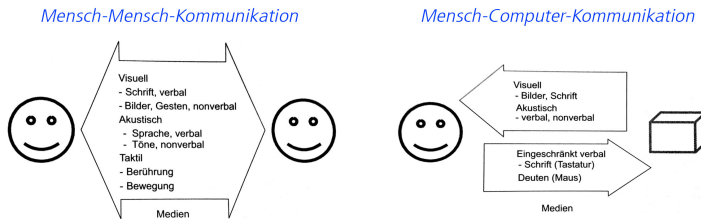


Abbildung 3: Medien in der MMK und MCK

Der wesentliche Unterschied besteht in der Anzahl der zu Verfügung stehenden Medien. Der Begriff Medien steht in diesem Zusammenhang für: Text, Ton, Musik, Geräusche, Gesten, Mimik und Berührungen.⁹

Die Entwicklung der OOP und die damit zusammenhängenden Erweiterungen der grafischen Benutzungsschnittstelle bzgl. grafischer Objekte bietet dem Computer weitere Medien und Ausdrucksformen zum Austausch von Informationen, diese sind: Bilder, Video, Animation und Grafiken.

Dies hat zur Folge, dass dem Menschen weniger Medien zur Verfügung stehen als dem Computer.

⁸ Dahm, 2006: 32

⁹ Vgl. Dahm, 2006: 19

Der Mensch hat zum Eingeben von Informationen lediglich die Tastatur und Maus zu Verfügung, dem Computer hingegen ist es möglich, über die Akustik verbal oder non-verbal zu kommunizieren oder visuell über Bilder und Schrift. Hierbei liegt eine asymmetrische Verteilung der Medien zugrunde.¹⁰

Eine weitere Entwicklung der *OOP* Methode ist, dass Programme interaktiv sind, das heißt, dass der Computer sofort auf eine Aktion des Benutzers reagieren kann und der Anwender auf die dargestellten Informationen reagieren kann.¹¹ Mithilfe dieser Funktion können Menschen Aufgaben am Computer lösen. Im Zuge dessen hat sich das Prinzip der direkten Manipulation von Objekten auf dem Bildschirm entwickelt. Das Konzept von Ben Shneiderman verlangt, dass die grafischen Objekte durch den Benutzer direkt manipulierbar sein sollen.¹² Damit hat der Benutzer zu jeder Zeit die Kontrolle über die grafischen Objekte.

Der Psychologe Donald Norman modelliert dazu ein Modell, bei dem die Kontrolle des Handelns auf Seiten des Benutzers eine große Rolle spielt.

Cyrus Dominik Khazaeli stellt dabei heraus, dass bei der Interaktion über die grafische Benutzerschnittstelle das Verhältnis von Handlung und Interface fokussiert wird.¹³

Das Interaktionsmodell von Norman besteht aus sieben Aktionsstufen und heißt im englischen Original: seven stages of action (dt. Bedienhandlungen).

Das Modell, welches in Abbildung 4 abgebildet ist, umfasst die sieben Aktionsstufen, die der Anwender bei einer Benutzung von einem Gerät oder einem Graphical-User-Interface durchläuft. Sein Modell besagt, dass sich der Anwender vor der Benutzung ein Ziel bildet, welches dann in der mentalen Welt vorliegt. Daraus entsteht eine Bedienhandlung, mit der er über das Interface interagieren möchte.

¹⁰ Vgl. Dahm, 2006: 18

¹¹ Vgl. Dahm, 2006: 32

¹² Vgl. Preim, 2010: 351

¹³ Vgl. Khazaeli, 2005: 206

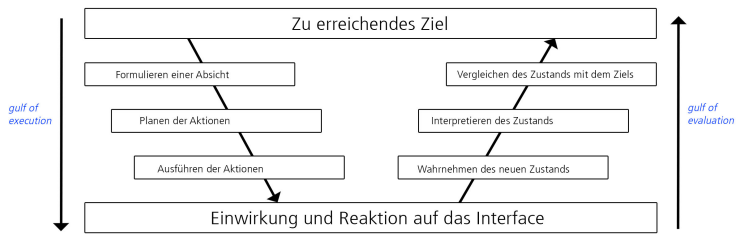


Abbildung 4: Seven stages of action von Donald A. Norman

In seinem Modell beschreibt Donald A. Norman die Differenzen zwischen angestrebtem Ziel und zur Verfügung stehenden Aktionen als *gulf of execution*¹⁴. Um diese zu überwinden, muss eine Brücke zwischen der mentalen Welt des Anwenders und dem Interface gebaut werden. Ähnlich ist es bei dem *gulf of evaluation*, dieser beschreibt die Differenz zwischen Systemzustand und der Erwartung des Anwenders¹⁵. Hierbei hat sich eine Kluft zwischen Anzeige des Interface und Interpretation des Anwenders aufgebaut, auch hier muss, wie beim *gulf of execution*, eine Verbindung zwischen den zwei Ebenen geschaffen werden um eine erfolgreiche Interaktion zu gewährleisten. Aus dem *gulf of execution* und *gulf of evaluation* entwickelt Donald A. Norman vier grundsätzliche Prinzipien, die ein gutes Interfacedesign ausmachen:

1. the state and the action alternatives should be visible
2. there should be a good conceptual model with a consistent system image
3. the interface should include good mappings that reveal the relationship between stages
4. user should receive continuous feedback

Die vorgestellten Prinzipien haben einen großen Einfluss auf die Gestaltung des Interfaces und helfen dabei, die Kluft zwischen Anwender und Interface zu minimieren.

Gegenstand dieser Arbeit ist die Analyse der modernen Eingabegeräte und die damit zusammenhängenden Interaktion und Auswirkung auf das Interfacedesign. Bezogen

¹⁴ Vgl. Shneiderman, 2005: 87

¹⁵ Vgl. Shneiderman, 2005: 87

auf das Interaktionsmodell von Norman bedeutet dies, dass der Gebrauch von Eingabegeräten und Gesten den *gulf of execution* beeinflussen, dieser Einfluss darf keine Kluft in der Interaktion hervorrufen und muss bei der Gestaltung des Interfaces beachtet werden.

2.2 Gerätebasierte Interfaces in der MCI

Im vorigen Kapitel wurde die MCI anhand der Mensch-Computer-Kommunikation, dem Interaktionsmodell von Donald Norman und der direkten Manipulation beschrieben. Das Ziel der MCI ist der Austausch von Informationen. Sowohl die Eingabe als auch die Interaktion, die vom Menschen ausgeht, erfolgt über die Benutzung von Eingabegeräten wie z. B. Maus, Tastatur oder Stift. Mithilfe der Eingabegeräte können die Anwender grafische Objekte direkt am Graphical User Interface manipulieren. Auf die verschiedenen Eingabegeräte und deren Entwicklung wird in Kapitel 3 eingegangen. Daher wird in diesem Kapitel das Konzept der Graphical User Interfaces vorgestellt werden, welches die Basis der Interaktion von Mensch und Computer ist. Das GUI stellt nach dem Command Line Interface die nächste Generation der Benutzerschnittstelle in der MCI dar. GUI zeichnet sich dadurch aus, dass zum ersten Mal in der MCI eine Interaktion zwischen Mensch und Computer stattfindet, bei dem der Computer auf die Eingabe vom Menschen direkt reagiert, indem er eine unmittelbare Rückmeldung an den Anwender gibt. Außerdem wurde durch die Entwicklung von GUI die Arbeitswelt neu definiert und gestaltet, es können zusätzliche Tätigkeiten am Arbeitsplatz erledigt werden, z. B. die Erstellung von Präsentationen. Dieses Kapitel gibt den Stand der Technik wieder. Dazu wird in Kapitel 2.2.1 eine Definition von *GUI* diskutiert und definiert. Im nächsten Kapitel wird das WIMP-Prinzip beschrieben, welches die Standard Elemente der *GUI* bittet. Abschnitt 2.2.3 befasst sich mit der Desktop-Metapher, über die der Benutzer mit dem interaktiven System interagieren kann. Der letzte Abschnitt 2.2.4 in diesem Kapitel befasst sich mit der Ergonomie von gerätebasierten Eingabegeräten. Abschließend wird in Abschnitt 2.3 die nächste Generation der Benutzerschnittstelle vorgestellt, das *Natural-User-Interface*, welches sich mit der berührungslosen Interaktion befasst.

2.2.1 Definition GUI und direkte Manipulation

Nicht nur die Entwicklung der objektorientierten Programmierung, wie in Abschnitt 2.1 erläutert, trug zu der Entwicklung der *Graphical-User-Interface* bei, sondern auch die

Tatsache, dass der Computer durch die gesunkene Produktionskosten Massenmarktauglich geworden war. Damit Anwender diesen ohne großes Vorwissen bedienen konnten, entwickelten sich zwei Prinzipien: das Graphical User Interface und die direkte Manipulation.¹⁶ Dieser Abschnitt soll die Definition von *GUI* vorstellen. Doch bevor der Begriff *GUI* definiert wird, soll der Begriff der *Human-Computer-Interface* definiert werden.

Eine Definition von Manovich Lev stammt aus dem Jahre 2002. In seinem Buch hat er folgende Definition aufgestellt:

„Das Human-Computer-Interface beschreibt die Schnittstelle zwischen Benutzer und Computer. Dazu gehören sowohl die Eingabegeräte, wie Maus und Tastatur, die der Benutzer verwendet, um mit dem Computer zu interagieren, als auch die Ausgabegeräte wie der Monitor, die die Rückmeldung des Computers an den Benutzer wiedergibt. Weiterhin ist auch das auf dem Ausgabegerät Angezeigte ein Teil der HCI, wodurch sämtliche Konzepte [...] und Manipulation von Daten in diesem Prinzip beinhaltet sind.“¹⁷

Die Definition von Manovich besagt, dass zur Interaktion Eingabegeräte gehören, die vom Benutzer gesteuert werden. Ein weiterer Aspekt, der festzuhalten ist, ist die Manipulation von Daten und dass dieses Prinzip fester Bestandteil des Interfaces ist. Eine weitere Definition baut auf der ersten Definition auf. Markus Dahm definiert den Begriff *GUI* wie folgt:

„Auf dem Bildschirm werden nun grafische Objekte dargestellt, die sowohl Daten als auch Funktionalität vereinen. Durch diese neuen grafischen Möglichkeiten [...], wird der Begriff der Benutzungsschnittstelle wird geprägt, sofort auch in der Erweiterung als grafische Benutzungsschnittstelle.“¹⁸

Der verwendete Begriff „grafische Benutzungsschnittstelle“ ist die deutsche Übersetzung von *Graphical-User-Interface*. Dahm betont hierbei einen Aspekt: dass die Objekte grafisch dargestellt werden, das heißt sie werden gestaltet. Form und Farbe spielen erstmals eine Rolle in der Gestaltung von Interfaces.

Die vorgestellten Definitionen bilden die Basis des *GUI*. Die Interaktion erfolgt über ein Eingabegerät, welches dem Benutzer die Möglichkeit eröffnet, grafische Objekte, die

¹⁶ Norman, 1998: 73

¹⁷ Lev, 2002: 69

¹⁸ Dahm, 2006: 32

Daten enthalten, zu manipulieren. Durch das Interface wird der Nutzer über den aktuellen Systemzustand benachrichtigt (Rückmeldung).

Abschließend soll in diesem Abschnitt die direkte Manipulation vorgestellt werden. Der Informatiker Ben Shneiderman führte diesen Begriff 1984 ein. Das Prinzip der direkten Manipulation ist, dass der Anwender grafische Objekte manipulieren oder Aktionen an grafischen Objekten ausführen kann, wobei das Ergebnis direkt sichtbar wird.¹⁹ So hat der Anwender das Gefühl, in die virtuelle Welt mit einbezogen zu sein und der Computer wird immer weniger wahrgenommen. Das Gefühl der Kontrolle über die virtuelle Welt kommt beim Anwender zum Vorschein, wenn die grafischen Objekte kontrollierbar sind und an ihnen Aktionen ausgeführt werden können. Außerdem ist es entscheidend, dass er das Ergebnis vorhersehen kann. Ben Shneidermann hat dazu Eigenschaften aufgestellt, die Interfaces mit direkter Manipulation ausmachen:

- Durchgängige Repräsentation der (grafischen) Objekte
- Physische Aktionen oder beschriftete Schaltflächen statt komplexe Syntax
- Schnell, fortlaufende und umkehrbare Operationen, deren Einfluss auf die (grafischen) Objekte von Interesse unmittelbar sichtbar ist
- Anfänger können begrenzte und nützliche Reihen von Kommandos nach und nach erlernen, bis sie zum Experten werden. Erhalten die Benutzer eine bestätigende Rückmeldung über erfolgreiche Operationen, können die ihr Wissen über Kommandos erweitern und damit einen flüssigeren Arbeitsablauf schaffen.

Fasst man nun die Definitionen zusammen, erhält man die grundlegenden Eigenschaften eines *GUI*: die Interaktion des Anwenders erfolgt über das Interface, welches die grafischen Objekte anzeigt, die über das Eingabegerät vom Anwender direkt manipuliert werden können. Des Weiteren dient das Interface zur Kommunikation von Benutzer und Computer, der durch die direkte Rückmeldung zu jeder Zeit weiß, was er tut. Im nächsten Kapitel wird das WIMP-Konzept vorgestellt, welches die Standard Elemente des *GUI* beschreibt.

¹⁹ Shneiderman, 1983: 61

2.2.2 Standard Elemente eines Graphical-User-Interface

Wie schon in Abschnitt 2.1.2 erwähnt, rückt beim *GUI* die Gestaltung des Interfaces, über das der Anwender interagiert, in den Mittelpunkt. Dies hat zur Folge, dass sich in den 1980er Jahren Standard Elemente für GUI entwickelt haben, die die Benutzung vereinfachen. Das hier angesprochene WIMP-Konzept ist ein Akronym und setzt sich aus den Begriffen: Windows, Icons, Menüs und Pointing Device (= Das Zeigegerät) zusammen. Dieses Konzept stellt die grundlegenden Metaphern eines *GUI* dar, über das der Anwender mit dem Interface interagiert. Metaphern sind bildhafte Repräsentation eines abstrakten Konzeptes. Die Metaphern entscheiden welches mentale Modell der Benutzer verwenden wird, um mit dem interaktiven System zu interagieren. Der Begriff der mentalen Modelle wird im nächsten Abschnitt im Zusammenhang mit der Desktop-Metapher definiert. Die grundlegenden Bereiche des WIMP-Konzeptes sollen näher beschrieben werden.

- **Windows:** die Inhalte werden in Fenstern dargestellt. Die Fenster besitzen die Funktion von vergrößern und verkleinern, können verschoben und geschlossen werden. Nur das Fenster, welches aktiviert ist, lässt die Eingabe über Tastatur zu.
- **Icons:** durch die Möglichkeit der grafischen Gestaltung entwickelte man die Icons, die mithilfe von Bildern Objekte im Interface darstellen sollen. Das Icon soll dem Anwender suggerieren, um welche Art von Objekt oder Datei es sich handelt. Icons können direkt manipuliert werden.
- **Menüs:** das Menü dient zur Ordnung von Funktionen. Funktionen werden durch eine Hierarchie geordnet und an den aktuellen Kontext angepasst. Die Funktionen werden als ausgeschriebener Text angeboten, sodass der Anwender weiß, was passiert, wenn er die Funktion auswählt; ist die Funktion ausgewählt, wird diese ausgeführt.
- **Pointing Device (= Zeigegerät):** Durch das Zeigegerät wird eine Interaktion von Mensch und Computer am Interface erst möglich. Ausgehend von der Desktop-Maus wird ein Pfeil (= Cursor) auf dem Bildschirm angezeigt, mit den Tasten an der Desktop-Maus wird eine Aktion ausgeführt - hierbei sprechen wir von der direkten Manipulation (Abschnitt 2.1.2). Auf die Aktionen der Desktop-Maus wird in einem späteren Abschnitt konkreter eingegangen.

Das WIMP-Konzept zeigt, dass zur Interaktion ein Zeigegerät benötigt wird, als Standard Zeigegerät wird die Desktop-Maus bezeichnet. Die grundlegenden Interface-

Elemente einer *GUI* setzen sich aus Fenstern, Menüs und Icons zusammen, über die die überwiegende Interaktion abläuft.

Im nächsten Kapitel wird die Desktop-Metapher vorgestellt, die wie das WIMP-Konzept ein wichtiger Bestandteil der MCI ist, mit deren Hilfe der Anwender ein Verständnis dafür bekommt, wie er mit dem interaktiven System interagieren kann. Dazu ist es auch notwendig den Begriff mentale Modelle zu erläutern und herauszustellen, welchen Einfluss sie auf die Desktop-Metapher haben und inwieweit sie den Anwender in der Interaktion unterstützen.

2.2.3 Desktop-Metapher

Die Desktop-Metapher hilft dem Anwender bei der Interaktion mit dem Computer. Reale Objekte werden in die virtuelle Welt übertragen, durch das mentale Modell des Anwenders kann er Bezüge zu der realen Welt herstellen und Funktionen der grafischen Objekte im virtuellen Raum ableiten.

Mentale Modelle unterstützen den Anwender bei der Interaktion mit dem Computer. Der Begriff wurde 1983 von dem Psychologen Philip Johnson-Laird in die MCI eingeführt, seine Definition lautet wie folgt:

„Mentale Modelle sind Schemen, die Relationen, Begriffe, Annahmen und mentale Karten beinhalten, die es uns erlauben, über Geräte und Systeme strukturiert nachzudenken. Mentale Modelle haben eine gewisse Kohärenz und sind relativ stabil, sodass auf ihrer Basis auch neue Informationen analysiert und eingeordnet werden. [...] die mentalen Modelle von Menschen unterscheiden sich individuell sehr stark.“

Die Definition von Johnson-Laird betont zwei Aspekte: dass der Benutzer eine Vorstellung davon hat, wie er mit dem folgenden System zu interagieren weiß und dass sich ein mentales Modell weiterentwickeln kann, was für die spätere Entwicklung des Konzepts für das neue Eingabegerät Leap Motion Controller wichtig sein wird.

Das mentale Modell, welches bei der Desktop-Metapher zum Einsatz kommt, ist dem Arbeiten an einem Schreibtisch nachempfunden und die Metapher ist im Langzeitgedächtnis verankert. Dazu gehören die wesentlichen Handlungsschritte, die man an einem Schreibtisch ausübt und die Übersetzung von physischen Gegenständen in den virtuellen Raum. Beispiel für die Desktop-Metapher ist der Papierkorb, die Darstellung

basiert auf dem WIMP-Konzept, da der Papierkorb als ein Icon dargestellt wird. Die Ähnlichkeit zum echten Papierkorb ist so hoch, dass der Anwender ganz genau weiß, welche Funktionen dahinter verborgen sind. Um die Handlung ohne großes Nachdenken auszuführen, kann er auf sein mentales Modell zurückgreifen, welches er gewonnen hat, als er zum ersten Mal Müll in den Papierkorb geworfen hat. Dieser Handlungsschritt verlangt keinen großen kognitiven Aufwand, da dieses Wissen im Langzeitgedächtnis abgespeichert ist und unterbewusst abgerufen wird.

2.2.4 Ergonomie gerätebasierter Interfaces

In Abschnitt 2.1.3 wurde das WIMP-Konzept als Basis für die Gestaltung des *GUI* vorgestellt. Das Konzept besagt, dass die Interaktion über ein Zeigegerät (= Pointing devices) erfolgt. Zeigegeräte steuern den Cursor auf dem Bildschirm. Das primäre Zeigegerät in der Mensch-System-Interaktion ist die Desktop-Maus, sie gilt als Standardperipherie eines jeden Computers. In Abschnitt 3.1 wird die Desktop-Maus konkreter beschrieben und in den geschichtlichen Kontext eingebettet, anschließend folgt in Abschnitt 3 eine Evaluierung des Eingabegeräts. In der *MCI* gibt es eine Reihe von verschiedenen Zeigegeräten, diese werden aber nicht näher beleuchtet, stattdessen wird die Desktop-Maus als Stellvertreter für alle Zeigegeräte analysiert. Der Fokus liegt auf der Ergonomie der Desktop-Maus in Bezug auf gerätebasierte Systeme. Dazu wird eine Definition zu dem Begriff Software-Ergonomie vorgestellt, dieser wird dann um den Begriff der Hardware-Ergonomie im Kontext zur *MCI* erweitert.

Die Software-Ergonomie hat folgende Aufgabe: Sie soll die Eigenschaften interaktiver Systeme an die psychischen und physischen Eigenschaften des Anwenders anpassen.²⁰ Schwerpunkt der Software-Ergonomie ist die Anpassung an der kognitiven Fähigkeit des Anwenders, das heißt die Verarbeitung von Informationen während der Interaktion mit einem interaktiven System. Die Hardware-Ergonomie befasst sich mit den Werkzeugen der *MCI*, in diesem Falle mit dem Eingabegerät der Desktop-Maus und deren physiologische Anpassung an den Anwender/Menschen.

²⁰ Lothar, 2003: 12

Beide Bereiche befassen sich mit der Gestaltung des User Interfaces, der Autor Marcus Herzceg fasst beide Disziplinen zusammen und nennt diese Computer-Ergonomie oder Ergonomie interaktiver Medien und begründet es wie folgt:

„Die Software-Ergonomie kann nur auf Grundlage einer benutzer- und anwendungsgerechten Gestaltung der Computerhardware [...] gegründet werden.“²¹

Was bedeutet, dass bei der Entwicklung interaktiver Systeme und im Speziellen bei der Gestaltung des Interfaces auch immer das Eingabegerät zu berücksichtigen ist.

²¹ Michael, 2005: 5

2.3 Gestenbasierte Interfaces in der MCI

Nachdem im vorigen Kapitel die *GUI* Benutzerschnittstelle beschrieben wurde, wird in diesem Kapitel das Konzept der *Natural-User-Interfaces* vorgestellt, welches nach dem *GUI* die nächste Generation der Benutzerschnittstelle in der *MCI* darstellt.

Das *NUI* basiert auf der natürlichen Eingabe des Menschen, diese Fähigkeiten sind angeboren und werden schon im frühen Kleinkindalter erlernt. Des Weiteren erfolgt die Interaktion mit Inhalten/Daten direkt über das Interface und ist an die physischen Fähigkeiten des Menschen angepasst.

Aufgrund des noch jungen Forschungsstandes ist es notwendig, den Begriff aus verschiedenen Perspektiven zu betrachten und eine allgemeingültige Definition zu erörtern. Dazu werden im ersten Abschnitt des Kapitels zwei Definitionen gegenübergestellt und diskutiert mit dem Ziel einer umfassenden Definition.

Abschnitt 2.3.2 stellt das OSIT-Handlungsprinzip (= Orientieren, Selektieren, Informieren und Transagieren) vor, welches die natürliche und intuitive Handlung von Menschen beschreibt. Der nächste Abschnitt 2.3.3 befasst sich mit der OCGM – Interface Metapher (= Objects, Container, Gestures und Manipulations), diese Metapher steht als Pendant zur Desktop-Metapher in der *GUI* und soll den Menschen bei der Interaktion mit dem System unterstützen. Der letzte Abschnitt 2.4 gibt ein Zwischenfazit zum aktuellen Stand.

2.3.1 Definition Natural-User-Interfaces

Das *Natural-User-Interface* (natürliche Benutzerschnittstelle) ist die dritte Generation der Benutzungsschnittstelle in der *MCI* nach dem Command Line Interface und dem Graphical-User-Interface.

Schwerpunkt des *NUI* ist die natürliche und intuitive Interaktion mit dem System, das Eingabegerät rückt dabei in den Hintergrund der Interaktion und das Verhalten des Systems in den Vordergrund. Systeme, die auf dem *NUI* Prinzip basieren greifen dabei auf menschliche Fähigkeiten zurück, die schon in frühesten Kindheit erlernt werden und die sich im Laufe des Lebens in den mentalen Modellen festigen.

Durch die technologische Entwicklung von Ein- und Ausgabegeräten und deren Vereinigung (z.B. iPhone und Tablet) hat sich auch der Interaktionsmechanismus verändert. Der Anwender benötigt nicht mehr zwangsläufig ein Eingabegerät, um mit dem System zu interagieren, er kann auf natürliche Weise über Gesten interagieren.

Dieser Abschnitt soll zum Verständnis des NUI beitragen und die grundlegenden Eigenschaften herausstellen. Dafür werden zwei Definitionen herangezogen und beleuchtet.

Die erste Definition stammt aus dem Jahr 2009 von Klaas Wilhelm Bollhoefer und seinem Team, welches im Rahmen einer Untersuchung des Microsoft Surface zur folgenden Definition gekommen ist:

„Ein Natural User Interface beschreibt ein Interface, welches unmittelbar durch einen oder mehrere Sinne des Benutzers bedient wird.“²²

Bei dieser Definition stellen Klaas Wilhelm Bollhoefer und sein Team zwei wesentliche Aspekte des NUI heraus: Die direkte Interaktion und somit eine direkte Manipulation am Objekt und die Nutzung von mehreren Sinnen. Die zweite Definition wird von Joshua Blake vorgenommen. Er definiert den Begriff folgendermaßen:

„A natural user interface is a user interface designed to reuse of existing skills for interacting directly with content“²³

In dieser Definition stellt Joshua Blake heraus, dass eine gezielte Gestaltung des Interaktionsmechanismus erforderlich ist, sodass die Interaktion für den Anwender geeignet ist. Außerdem stellt er den „reuse of existing skills“ heraus, welcher besagt, dass der Anwender auf Fähigkeiten zurückgreift, die er im Laufe seines Lebens erworben hat, so dass er keine Anleitung für die Bedienung des System benötigt. Auf diesen Aspekt wird in Abschnitt 2.3.3 konkreter eingegangen. Abschließend beschreibt er die direkte Interaktion mit dem Inhalt „interacting directly with the content“, das heißt dass Inhalt und Kontext zur jeweiligen Interaktion passen sollen und dass der Anwender durch sein Handeln den Inhalt direkt manipulieren kann.

Vergleicht man die Definitionen miteinander, so weisen beide eine Gemeinsamkeit auf: die Interaktion mit dem Inhalte erfolgt direkt über Gesten. Die unterschiedlichen Ansätze lassen derzeit keine allgemeinere Definition zu, sodass Schwerpunkt der Arbeit die direkte Interaktion sein wird.

²² Bollhoefer, 2009: 6

²³ Blake, 2010: 2

2.3.2 Das OSIT-Prinzip als Grundlage zur Interaktion mit einem NUI

Im letzten Abschnitt wurde der Begriff des Natural User Interfaces definiert. In dem Begriff steckt das Wort „Natural“ zu dt. natürlich. Ziel ist es ein Interface möglichst natürlich zu bedienen, deshalb ist ein Modell notwendig, welches die natürliche und intuitive Handlung von Menschen beschreibt.

Grundlegend für die natürliche Handlung ist die Intuition. Um ein interaktives System intuitiv benutzen zu können, muss der Anwender auf gelernte Handlungsmuster zurückgreifen, diese basieren auf mentalen Modellen und basieren auf Erfahrungen.²⁴

Das bedeutet, wenn eine Anwendung intuitiv genutzt werden soll, muss diese deckungsgleich mit dem Handlungsmuster des Anwenders sein. Dazu hat Wolfgang Henseler ein allgemeingültiges Handlungsmodell auf Grundlagen von kognitionsergonomischen Kriterien entwickelt. Das Handlungsprinzip OSIT setzt sich aus den Begriffen Orientieren, Selektieren, Informieren und Transagieren zusammen. Dieses Handlungsmodell beschreibt, wie wir uns in der realen Welt bewegen, und ist unabhängig vom Alter und der kulturellen Herkunft. In der folgenden Abbildung ist das OSIT-Prinzip dargestellt.

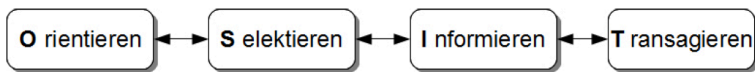


Abbildung 5: Das OSIT-Handlungsprinzip

Erster Schritt nach diesem Prinzip ist die Orientierung. Bezogen auf ein interaktives System, verschafft sich der Anwender zuerst einen Überblick über die Anwendung. Zweiter Schritt ist die Selektion. Dort trifft der Anwender eine Auswahl, selektiert die Objekte auf dem Interface. Nachdem die Selektion abgeschlossen ist und der sich für ein Objekt im Interface entschieden hat, folgt das Informieren. Der Anwender fokussiert das selektierte Objekt – zoomt heran. Durch die Detailansicht des Objekts kann der Anwender sich informieren und steigert so sein Wissen darüber. Letzter Schritt ist das Transagieren, das Objekt wird verwendet oder der Anwender führt das Objekt in

²⁴ Vgl. Henseler, 2010: k.A.

einen anderen Zustand. Das OSIT-Handlungsmodell von Wolfgang Henseler gilt sowohl für die reale als auch für die virtuelle Welt.²⁵

2.3.3 OCGM – Interface Metapher als Verständnis für ein NUI

Wie schon in Abschnitt 2.2.3 erläutert, dienen Metaphern dazu, die Interaktion mit einem Interface zu erleichtern. Der Benutzer soll auf das richtige mentale Modell zurückgreifen, um mit dem interaktiven System zu interagieren.

Die beiden Autoren Ron George und Joshua Blake haben 2010 eine Metapher vorgestellt, über die die Interaktion mit einem *NUI* erfolgt. Grundlagen der OCGM - Interface Metapher sind kognitionspsychologische Untersuchungen bei Kleinkindern.

Die OCGM-Interface Metapher setzt sich aus den Begriffen: Objects, Containier, Gestures und Manipulations zusammen.

Anhand der Abbildung sollen die einzelnen Metaphern konkreter beschrieben und in die MCI eingebettet werden.

Die Manipulation-Metapher steht für die direkte und unmittelbare Interaktion mit der Umgebung.²⁶ Abbildung 6 zeigt eine Darstellung der Metapher.

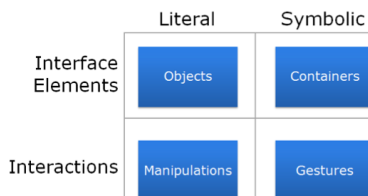


Abbildung 6: OCGM-Metapher

- **Objects:** ist die Metapher für die Darstellung von Inhalten und Daten²⁷. Alle Inhalte oder Daten werden im Interface als Objekt dargestellt. Die Interaktion erfolgt direkt mit den Inhalten/Daten.

²⁵ Vgl. Henseler, 2010: k.A.

²⁶ Vgl. George, 2010: k.A.

²⁷ Vgl. Röpke, 2012: 12

- **Container:** liefern die Metapher für die Beziehung von verschiedenen Objekten. Mithilfe der Container können unterschiedliche Inhalte im Interface gruppiert werden. Die Beziehung von Objekten soll in einer natürlichen Form dargestellt werden, um den Anwender bei der Interaktion zu unterstützen²⁸.
- **Gestures:** repräsentieren eine indirekte, diskrete und intelligente Aktion des Benutzers.²⁹ Eine Geste muss komplett durchgeführt werden, um die Bedeutung interpretieren zu können. Das System kann erst dann reagieren, wenn die Geste komplett Ausgeführt wurde.
- **Manipulations:** Die Metapher basiert auf der Interaktion zwischen Mensch und Umgebung. Die Manipulation ist direkt und kontinuierlich und hat einen unmittelbaren Einfluss auf Objekte und Container. Im Gegensatz zu Gesten hat die Manipulation eine direkte Rückmeldung zur Folge³⁰.

Wie schon am Anfang erwähnt basiert der Ansatz der OCGM-Interface Metapher auf Grundlagen der Kognitionspsychologie bei Kleinkindern. Die Untersuchungen sagen aus, dass Kleinkinder schon im Alter von 9 Monaten Objektkategorien wahrnehmen.³¹ Mit 6 Monaten erkennen sie Beziehungen zwischen Objekten und Objektbehälter.³² Des Weiteren stellte sich heraus, dass sie zwischen dem 9 und 12 Monat in der Lage sind Gesten zu erkennen und diese auch ausführen können, um ihre Bedürfnisse zu äußern.³³ Das Manipulieren von Objekten beherrschen sie bereits mit 6 Monaten.³⁴ Zusammengefasst spricht man von Fähigkeiten, die sehr früh erlernt werden und somit natürlich und angeboren sind.

Das heißt, dass Kleinkinder schon im frühen Alter (9 Monate) in der Lage sind, über die OCGM-Interface Metapher mit einem interaktiven System zu interagieren. Die Beanspruchung der kognitiven Fähigkeiten ist damit sehr gering und belastet den Anwender nicht unnötig bei der Interaktion. Dies hat zur Folge, dass mehr Spielraum für weitere Metaphern zur Verfügung stehen, die dem Anwender die Bedienung noch mehr er-

²⁸ Vgl. Röpke, 2012: 12

²⁹ Vgl. George, 2010: k.A.

³⁰ Vgl. Röpke, 2012: 13

³¹ Vgl. George, 2010: k.A.

³² Vgl. George, 2010: k.A.

³³ Vgl. George, 2010: k.A.

³⁴ Vgl. George, 2010: k.A.

leichtern. Bedingung dafür ist, dass die richtigen mentalen Modelle angesprochen werden und dass diese aus der realen Welt in die virtuelle Welt übergeleitet werden.

2.4 Zwischenfazit

In diesem Kapitel wurde zunächst die Entwicklung der *Mensch-Computer-Interaktion* beschrieben und anschließend das *Graphical-User-Interface* und das *Natural-User-Interface* erläutert.

Das *Graphical-User-Interface* war nach dem Command Line Interface die zweite Generation der Benutzerschnittstellen. Basis des *GUIs* war die Darstellung von grafischen Objekten im Interface. Des Weiteren wurden die Systeme interaktiv, was bedeutet, dass grafische Objekte manipuliert werden können. Das Prinzip wurde durch Ben Shneidermann eingeführt und fordert vom System ein direktes Feedback nach der Manipulation. Die Standard-Elemente des Interfaces wurden durch das WIMP-Prinzip gegeben. Mit dem WIMP-Prinzip wurde auch das Standardperipheriegerät der *MCI* eingeführt, die Desktop-Maus, diese diente zur direkten Manipulation und Interaktion mit dem Interface. Des Weiteren basiert die Gestaltung des Interfaces auf der Desktop-Metapher, die Metapher greift Gegenstände aus der realen Welt auf (Schreibtisch) und kompiliert diese in die virtuelle Welt. Dadurch wird bei dem Anwender das mentale Modell vom Arbeiten am Schreibtisch/Arbeitsplatz angesprochen und unterstützt ihn bei der Interaktion.

Die Entwicklung von neuen Eingabegeräten bzw. die Verschmelzung von Ein- und Ausgabegerät (z.B. iPhone mit Multitouch-Screen) forderte eine neue Art von Benutzerschnittstelle, weil das Konzept von *GUI* nicht geeignet ist für diese Art von Geräten, was zur Folge hatte, dass die dritte Generation der Benutzerschnittstelle, das *Natural-User-Interface*, entwickelt wurde. Grundlage ist die direkte Interaktion über Gesten, welche schon im frühen Kindesalter erlernt werden. Hauptunterschied zwischen *GUI* und *NUI* ist, dass die Hand die Eingabegeräte, wie in dieser Arbeit die Desktop-Maus, als primäres Eingabegerät ablöst und sich Mithilfe von Gesten durch die Anwendung navigiert.

Außerdem steht nicht mehr die Gestaltung der Benutzeroberfläche im Vordergrund, sondern das Verhalten der Interface-Elemente und die Gestaltung von Gesten. Darüber hinaus wurde das OSIT-Handlungsprinzip erläutert, welches dazu dient, die natürliche Handlung des Menschen zu berücksichtigen und dahingehend auch die Gesten zu definieren. Abschließend wurde die OCGM-Metapher vorgestellt, welche als Pen-

dant zum WIMP-Prinzip steht und die grundlegenden Interface-Elemente für ein *NUI* liefert.

Im nächsten Kapitel wird die Desktop-Maus und die Multitouch-Funktion des iPhones in den geschichtlichen Kontext gestellt und anhand von verschiedenen Beurteilungskriterien analysiert, um dann Richtlinien für den Leap Motion Controller zu definieren. Dabei werden auch bestehende Human-Interface-Guidelines herangezogen, mithilfe derer man die Richtlinien festigen kann.

In Kapitel 2 wurden die Grundlagen zur *Mensch-Computer-Interaktion* beschrieben. Des Weiteren wurden die Benutzerschnittstellen *Graphical-User-Interface* und *Natural-User-Interface* vorgestellt und deren Eigenschaften herausgestellt.

Es wurde festgehalten, dass für die Interaktion mit dem *Graphical-User-Interface* ein Zeigegerät vorausgesetzt wird, damit der Anwender mit dem System interagieren kann. Als primäres und Standardperipheriegerät wird die Desktop-Maus verwendet. Beim *Natural-User-Interface* funktioniert die Interaktion über Gesten, welche schon im frühen Kindesalter erlernt und angewendet werden können.

Zu Beginn des Kapitels wird die Entwicklung der Eingabegeräte beschrieben, die in der *MCI* den größten Einfluss haben, und die Interaktion, das heißt die Eingabe von Daten und die Manipulation von grafischen Objekten ermöglichen.

3 Entwicklung und Evaluierung von Eingabegeräten

Im ersten Abschnitt dieses Kapitels wird die gerätebasierte Eingabe konkreter anhand der Desktop-Maus beschrieben, welche als stellvertretendes Eingabegerät für alle Zeigegeräte steht. Schwerpunkt des Abschnitts wird die Entwicklung der Desktop-Maus sein und deren technologische Weiterentwicklung.

In Abschnitt 3.2 wird aufbauend auf den vorhergehenden Abschnitt die Entwicklung von berührungssensitiven Bildschirmen beschrieben, dazu zählt die Entwicklung von Touch-Screen zum Multi-Screen bis zur massenmarktauglichen Verbindung von Ein- und Ausgabegerät am Beispiel des iPhones von Apple oder dem Microsoft Surface und die Eingabe über Gesten. Abschließend werden die vorgestellten Eingabegeräte/Technologien anhand von fünf Beurteilungskriterien: Präzision, Feedback, Manipulation und 2D/3D analysiert.

3.1 Entwicklung der Desktop-Maus

Die Desktop-Maus ist das Standardperipheriegerät eines jeden Computers. Der erste Prototyp wurde 1964 von Doug Engelbert entwickelt und 1967 das Patent dazu angemeldet.³⁵ Die Entwicklung der Desktop-Maus war eine Erfolgsgeschichte, da Betriebssysteme mit einer grafischen Benutzeroberfläche (= Graphical-User-Interface) eine Desktop-Maus zur Interaktion voraussetzten.³⁶ Erst durch die Desktop-Maus (Vgl. Abbildung 7) war die direkte Manipulation von grafischen Objekten möglich.

Die Interaktion mit der Desktop-Maus basiert auf dem Paradigma des Zeigesystems. Wie schon in Abschnitt 2.2.4 wird die Desktop-Maus als Stellvertreter für alle Zeigegerät in dieser Arbeit behandelt, da sich die Eingabegeräte: Trackball, Touchpads, Trackpads und Grafiktablett ähnlich wie eine Desktop-Maus im Interface verhalten.³⁷ Bis heute zählt die Desktop-Maus als Standardperipheriegerät eines jeden Computers. Das Grundprinzip ist die Steuerung der Positionsmarke (= Cursor) im Interface durch

³⁵ Vgl. <http://dougengelbart.org/firsts/mouse.html>

³⁶ Vgl. Dorau, 2011: 76

³⁷ Vgl. Cooper, 2010: 353

das Verschieben des Geräts auf einer ebenen Fläche (Schreibtisch).³⁸ Dieses hat bis heute Bestand und hat sich nicht geändert.



Abbildung 7: Die erste Desktop-Maus (1964)

Entwicklungen hat die Desktop-Maus im Design und der Technologie durchlaufen. Die Datenübertragung von Desktop-Maus zum Interface (Computer) erfolgte zu Beginn der Entwicklung per Kabel (Stand:2004). Heutzutage steigt die Verbreitung der Desktop-Mäuse, die Daten per Funk übermitteln.³⁹ Damit das System weiß, an welcher Stelle sich der Cursor im Interface befindet, wird die Bewegung der Desktop-Maus ausgewertet, diese kann mechanisch oder optisch erfolgen.

„Bei der mechanischen Aufnahme befindet sich eine Kugel an der Unterseite der Maus, deren Bewegung auf zwei senkrecht zueinander stehenden Achsen übertragen wird.“⁴⁰

Im Gegensatz dazu steht die optische Aufnahme. Bei dieser Technologie befinden sich Lichtquellen und Lichtsensoren im Boden der Desktop-Maus, diese können anhand des Untergrundes und der unterschiedlichen Reflexion die Bewegungen ermitteln.⁴¹ Beide Technologien benötigen eine flache Ebene, um die Bewegung an das Interface zu übermitteln.

Eine weitere Entwicklung, welche die Desktop-Maus durchlaufen hat, ist die Anzahl und Anordnung der Tasten, die über einen mechanischen Klick erfolgt. Die Anzahl variierte von einer Taste bis hin zu fünf Tasten oder mehr. Heutzutage sind zwei Maus-tasten gebräuchlich, diese werden auch als Mausgesten bezeichnet und sind abhängig

³⁸ Vgl. Dorau, 2011: 77

³⁹ Vgl. Heinecke, 2004: 104

⁴⁰ Heinecke 2004: 103

⁴¹ Vgl. Heinecke 2004: 103

von Zeit und räumlicher Veränderung. Zu den Standardfunktionen einer Desktop-Maus zählt das Klicken auf die linke Maustaste, welches für die direkte Manipulation an grafischen Objekten zuständig ist. Die rechte Maustaste ermöglicht den Zugriff auf kontextspezifische Aktionen von grafischen Objekten und Funktionen.⁴² Eine weitere Mausgeste ist der sogenannte Doppelklick (abhängig von der Zeit), dabei wird schnell zweimal hintereinander ein Klick ausgeführt, um z. B. Ordner im Interface öffnen.

Die nächste Stufe der Weiterentwicklung war die Integration eines Scrollrades. Dafür gibt es verschiedene Varianten, doch normalerweise handelt es sich hierbei um ein kleines Rad, welche mit dem Zeigefinger gesteuert wird. Vorteil dieser Innovation ist das bequeme und einfache Scrollen innerhalb einer Anwendung.

Die letzte und aktuelle Entwicklungsstufe hat die Desktop-Maus durch die Einführung der Magic Mouse von Apple genommen (Abbildung 8). Dabei bleibt die Kernfunktion, die Positionierung des Cursors im Interface und die mechanische Funktion der Tasten bestehen, neu ist die berührungsempfindliche Gehäuseoberfläche. Diese ermöglicht es dem Anwender, über Touch-Gesten Aktionen auszuführen.

Durch das Wischen von oben nach unten auf der Gehäusefläche kann der Anwender Scrollen, das Wischen von links nach rechts ermöglicht das Seitenblättern innerhalb einer Webseite oder Anwendung (kann auch mit Zwei Fingern ausgeführt werden).⁴³



Abbildung 8: Magic Mouse Apple (2009)

Die Berührung des Gehäuses muss über Hautkontakt erfolgen, sonst können keine Aktionen ausgeführt werden. Außerdem kann die berührungsempfindliche Gehäuse-

⁴² Vgl. Preim, 2010: 263

⁴³ Vgl. Dorau, 2011: 80

oberfläche die Position des Fingers, links oder rechts erkennen, dabei kann der Rechtsklick nur ausgeführt werden, wenn der Finger auf der linken Seite der Oberfläche angehoben ist. Werden beide Seiten der Oberfläche berührt, wird die linke Seite bevorzugt und somit auch der Klick.⁴⁴

Die Magic Mouse kombiniert die Grundprinzipien des Zeigegeräts: die Positionierung des Cursors im Interface und die pixelgenaue Präzision mit der gestischen Bedienung. Abschließend ist zu sagen, dass die Desktop-Maus als Standard zu der MCI zählt und dass neue Eingabegeräte sich an dieser messen lassen müssen, um auf dem Markt bestehen zu können.

⁴⁴ Vgl. Dorau, 2011: 80

3.2 Entwicklung von berührungsempfindlichen Oberflächen

Anhand des iPhones von Apple (Abbildung 9) wird die Entwicklung der berührungsempfindlichen Oberflächen beschrieben. In dieser Arbeit wird der Terminus Touch-Screen und Multitouch-Screen für berührungsempfindliche Oberflächen verwendet.

Die Interaktion erfolgt bei dieser Technologie direkt über den Bildschirm (= Screen) und vereint Ein- und Ausgabegerät in einem. Dieses technische System hat die Interaktion revolutioniert, die Eingabe basiert auf Gesten und benötigt kein Peripheriegerät mehr, wie die Desktop-Maus oder Tastatur für die Interaktion mit dem Computer.

Die Technologie wurde im Jahre 2007 durch das erste iPhone kommerziell erfolgreich auf dem Markt verwertet und ist fester Bestandteil der heutigen interaktiven Systeme. Es folgte eine Reihe anderer Geräte, die auf dieser Technologie basieren (z. B. iPad, Microsoft Surface etc.).

Die Bedienung des iPhones basiert neben den drei Tasten Home-Button und den Lautstärke-Buttons vollständig über den Multitouch-Screen.



Abbildung 9: Apple iPhone (2007)

Der Multitouch-Screen ist die Weiterentwicklung der Touch-Screens und ermöglicht die Verarbeitung von mehreren Berührungen gleichzeitig.⁴⁵ Hinter dem Bildschirm und der

⁴⁵ Vgl. Preim, 2010: 275

schützenden Schicht befindet sich eine zweite Schicht, die elektrisch geladen ist. Diese Schicht verändert seine elektrische Ladung, wenn der Mensch den Bildschirm mit dem Finger berührt, daraus kann dann die Position des Fingers ermittelt werden.⁴⁶ Bei dieser Art von Technologie handelt es sich um die kapazitive Oberfläche, weitere Bildschirmtechnologie sind die resistive Oberfläche, die Ultraschall-Oberflächenwelle und der Infrarotvorhang. Diese Technologien werden nicht näher erläutert, weil sie keine Auswirkungen auf die Analyse und das spätere Interaktionskonzept haben. Nachdem der Finger mit dem Bildschirm interagiert hat, werden die Informationen weitergeleitet und der Anwender bekommt unmittelbar ein Feedback. Die Eingabe kann durch verschiedene Gesten erfolgen, zu den Standardgesten von Apple zählen: Tippen, Ziehen, Wischen, doppelt Tippen, Finger spreizen, Finger zusammenziehen und Tippen mit Halten.⁴⁷ Die Standardgesten von Apple sind identisch zu denen von Android und können als Standard für die Interaktion von Mensch und Multitouch-Screen definiert werden. Beide Betriebssysteme haben zusammen einen Marktanteil von 95%.⁴⁸ Ein weiteres Merkmal der neuen Technologie sind die Parallelen zur physischen Welt. Das Blättern von Webseiten, initiiert durch die Wisch-Geste, verhält sich wie in der realen Welt, die Seite rollt langsam aus, wie man es von einer Zeitung erwarten würde. Die Interaktion mit dem iPhone basiert auf dem Natural-User-Interface Prinzip und wird deshalb als Bestandteil der Analyse verwendet. Im nächsten Abschnitt wird auf weitere Eigenschaften der Desktop-Maus und des iPhones eingegangen.

⁴⁶ Vgl. Dorau, 2011: 58

⁴⁷ Vgl. Human Interface Guidelines Apple, 2014: 39-40

⁴⁸ Vgl. www.statista.de

3.3 Beurteilungskriterien der geräte- und gestenbasierten Eingabe

Nachdem im letzten Abschnitt die zwei Eingabegeräte vorgestellt wurden, die sich in der MCI in den letzten Jahren etabliert haben, wird in diesem Abschnitt anhand von Kriterien eine konkretere Analyse der Eingabegeräte vollzogen.

Die Analyse soll die Stärken und Schwächen der Eingabegeräte herausstellen und dazu dienen, Regeln für das Interface abzuleiten: wie groß die Interface-Elemente für eine Interaktion sein sollen, wie sich Interface-Elemente verhalten und in welcher Anordnung sie zueinander stehen müssen. Darüber hinaus soll die effektivste und ergonomischste Form der Eingabe für die berührungslose Interaktion herausgestellt werden. Abschließend soll auch der Aufgabenbereich des Leap Motion Controller definiert werden.

3.3.1 Präzision der Desktop-Maus und Multitouch-Screen

Das erste Kriterium der Analyse befasst sich mit der Präzision der Eingabegeräte. Die Definition des Begriffs Präzision stellt sich im Bereich des interaktiven Systems heraus, wenn beide Eingabegeräte gegenübergestellt und analysiert werden. Des Weiteren wird das Fitt's Law Gesetz herangezogen und erläutert. Mithilfe der Analyse und des Gesetzes kann die Bedeutung der Präzision für den Leap Motion Controller herausgestellt werden.

Die Desktop-Maus zählt zu den Zeigegeräten, deren besondere Eigenschaft das pixelgenaue Arbeiten im Interface ist.⁴⁹ Diese Fähigkeit zählt zur Stärke der Desktop-Maus und bedeutet für das Interfacedesign, dass Elemente auch mit einer geringeren Größe noch problemlos manipuliert werden können. Das macht die Desktop-Maus für das pixelgenaue Arbeiten unerlässlich.

⁴⁹ Vgl. Dorau, 2011: 57

Der Autor Rainer Dorau bezeichnet Multitouch-Screens als weniger präzise als die Desktop-Maus und stellt folgenden Vorteil heraus: „Ihren Vorteil spielen Touchscreens dort aus, wo es auf eine pixelgenaue Präzision nicht ankommt.“⁵⁰ Das bedeutet, dass Interaktionsaufgaben, die mit einer hohen Präzision ausgeführt werden, müssen mit Touchscreens nicht realisiert werden können. Des Weiteren hat die geringe Präzision einen Einfluss auf das Interface von Multitouch-Screens. Die Elemente müssen eine bestimmte Größe besitzen. Da die Interaktion über die menschlichen Finger erfolgt und diese relativ groß sind, müssen die Interface-Elemente mindestens 2,5 cm hoch und breit (40x40 Pixel) sein, damit der Anwender die Elemente über Gesten manipulieren kann.⁵¹ Festzuhalten ist, dass die Desktop-Maus über eine hohe Präzision verfügt, wohingegen der Multitouch-Screen nur eine geringe Präzision aufweist.

Der Begriff Präzision kann abgeleitet an den beiden Eingabegeräten so definiert werden, dass bei interaktiven Systemen die Präzision abhängig davon ist, ob die Eingabe per Zeigegerät oder Geste stattfindet. Zeigegeräte können pixelgenau arbeiten, Gesten jedoch nicht.

Eine weitere Möglichkeit, um zu bestimmen wie groß Interface-Elemente sein müssen, ist das Fitt's Law. Die Gleichung (Abbildung 10) zeigt, wie lange die benötigte Zeit ist, um ein Zeigegerät aus dem Abstand (D) auf ein Ziel mit dem Durchmesser (S) zu positionieren.

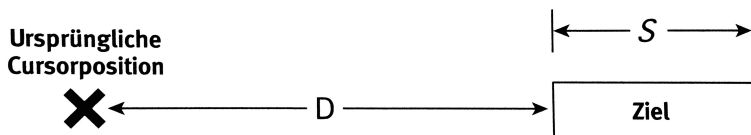


Abbildung 10: Entfernungen dienen in Fitts Law dazu, die Zeit zu bestimmen, die ein Cursor für die Bewegung zum Ziel benötigt.

Daraus ergibt sich, dass Ziele nicht zu klein dargestellt werden sollten, da Anwender diese Ziele erkennen, finden und treffen können müssen.⁵²

⁵⁰ Dorau 2011: 57

⁵¹ Vgl. Preim, 2010: 275

⁵² Vgl. Dahm, 2006: 108

Betrachtet man die Gegenüberstellung beider Geräte, kann man anhand des Multitouch-Screens ableiten, welche Bedeutung das für das Interface des Leap Motion Controller hat. Die Eingabe von Multitouch-Screen und Leap Motion Controller erfolgt über Gesten, sodass, um eine Interaktion zu ermöglichen, Interface-Elemente groß genug sein müssen, damit der Anwender die Elemente anvisieren und treffen kann.

3.3.2 Feedback der Desktop-Maus und Multitouch-Screen

Nächstes Kriterium ist das Feedback, welches die Sinneswahrnehmung des Menschen anspricht. Das Feedback ist eines der wichtigsten Kriterien, denn ohne Feedback weiß der Anwender nicht, ob seine Eingabe erfolgreich war oder fehlgeschlagen ist. Kurz gesagt, ohne Feedback ist die Interaktion fast unmöglich. Der Informatiker Ben Shneiderman stellte acht goldene Regeln für die Entwicklung von interaktiven Systemen auf. Darunter fällt der Faktor informatives Feedback, bei dem der Anwender bei jeder Eingabe ein Feedback bekommt und über den aktuellen Systemzustand berichtet wird.⁵³ In der folgenden Analyse wird das visuelle, auditive und haptische Feedback beschrieben und untersucht, welche Feedbackformen die jeweiligen Eingabegeräte aufweisen und welche am effektivsten sind.

Das visuelle Feedback bietet sich bei visuellen Systemen wie Desktop-Computer und mobilen Endgeräten (praktisch) an.⁵⁴ Das Feedback erfolgt dann über die Darstellung von Text, Bildern oder Animationen und wird von dem Menschen über das Auge wahrgenommen.

Beim haptischen Feedback handelt es sich um die Art Rückmeldung, die der Mensch bei der Anwendung eines Eingabegeräts fühlen kann, z. B. die mechanische Taste einer Desktop-Maus, diese setzt dem Benutzer eine Art Widerstand entgegen.⁵⁵ Der Mensch verfügt über drei Arten von Tastsinn: mechanischer Sinn, thermischer Sinn und der Schmerzsin. In der *MCI* spielen der thermische und Schmerzsin für Feedback keine Rolle. Schwerpunkt ist der mechanische Sinn, über den der Mensch zwi-

⁵³ Vgl. Baumann, 2010: k.A.

⁵⁴ Vgl. Dorau, 2011: 214

⁵⁵ Vgl. Dorau, 2011: 214

schen Vibration, Druck, mechanische Spannung oder Kitzel unterscheiden kann.⁵⁶ In der Analyse des Multitouch-Screens wird noch einmal gesondert darauf eingegangen.

Letzte Feedbackform ist die akustische, diese Art von Rückmeldung wird über die menschliche auditive Wahrnehmung aufgenommen. Beispiel dafür ist der allmorgendliche Wecker, der dem Menschen akustisch mitteilt, dass er (jetzt) aufstehen muss. Interaktive Systeme verwenden das akustische Feedback für Warn- und Hinweistöne, diese werden z. B. beim Tippen von einer Taste ausgelöst. Ein weiteres Beispiel ist die ansteigende Ruftonlautstärke, die bei einer ausbleibenden Interaktion erfolgt, um den Nutzer darauf aufmerksam zu machen, dass sein Mobiltelefon klingelt.

Wie schon in Abschnitt 3.1 erläutert, ist die Desktop-Maus das Standardgerät eines Computers, welches zur Folge hat, dass der Computer in Form des Bildschirms ein Teil des Feedbacks der Desktop-Maus ausmacht. Das Feedback der Desktop-Maus ist in zwei Teile aufgeteilt: Beginnt der Anwender mit der Interaktion über das Interface des Computerbildschirms, drückt er eine Taste, um mit einer Anwendung zu interagieren. Die Tasten sind drucksensitiv und verfügen über eine große Fläche. Die drucksensitive Fläche nimmt der Anwender über den mechanischen Tastsinn wahr und kann daran erkennen, ob die Bedienung der Taste erfolgreich oder fehlgeschlagen ist.⁵⁷ Zweiter Teil der Rückmeldung ist das visuelle Feedback, welches über den Computerbildschirm (Interface) bzw. der Anwendung an den Anwender weitergeleitet wird und über das Auge wahrgenommen wird.

Interaktive Systeme die zur Interaktion mit einer Anwendung eine Desktop-Maus verwenden, verfügen häufig über zwei Feedbacks - das haptische und das visuelle.

Interaktive Systeme, die über einen Multitouch-Screen bedient werden, können über ein visuelles und/oder ein akustisches Feedback verfügen, wobei das akustische Feedback von dem Anwender selbst eingestellt werden kann.⁵⁸ Bei dem visuellen Feedback ist es von Vorteil, wenn sich nach der Interaktion die Maske direkt ändert,

⁵⁶ Vgl. Dorau, 2011: 215

⁵⁷ Vgl. Dorau, 2011: 224

⁵⁸ Vgl. Heinecke, 2004: 115

indem der neue Bildschirminhalt angezeigt wird.⁵⁹ Diese Art von Feedback ist hilfreich, da der Anwender das Interface-Elemente während der Berührung verdeckt - er könnte nicht nachvollziehen, ob seine Eingabe erfolgreich war oder nicht.

Eine weitere Möglichkeit von visuellem Feedback weist die Interaktion über die Tastatur auf, in diesem Fall bekommt der Anwender den Buchstaben, den er berührt, oberhalb seines Fingers angezeigt und kann so nachvollziehen, welche Taste er gedrückt hat (Abbildung 11).



Abbildung 11: Visuelles Feedback beim drücken einer Taste

Das akustische Feedback soll den Anwender ebenfalls über eine erfolgreiche Interaktion informieren. Dadurch muss der Anwender sein Auge nicht bewegen und kann die Fokussierung auf das Interface beibehalten.⁶⁰

Zu Beginn wurde das haptische Feedback bei Multitouch-Screens ausgeschlossen. Obwohl die Vibrationsfunktion für das Anschlagen einer Taste ein Feedback geben kann, wird diese vom menschlichen Tastsinn nicht als eindeutiges haptisches Feedback erkannt. Das liegt daran, dass der mechanische Tastsinn eindeutig Berührung, Druck, Spannung und Kitzel voneinander unterscheiden kann und somit die Vibration nicht eindeutig als haptisches Feedback einer mechanischen Taste zulässt.⁶¹ Die Vibrationsfunktion könnte aber verwendet werden, um dem Anwender zu vermitteln, dass er eine falsche Eingabe ausgeführt hat, weil die Vibration im Finger als unangenehm empfunden wird.⁶²

⁵⁹ Vgl. Dahm, 2006: 206

⁶⁰ Vgl. Dahm, 2006: 206

⁶¹ Vgl. Dorau, 2011: 217

⁶² Vgl. Dorau, 2011: 218

Abschließend ist festzuhalten, dass beide Eingabegeräte mehrere Sinne für das Feedback ansprechen. Vergleicht man die vorgestellten Eingabegeräte, weisen beide die Gemeinsamkeit vom visuellen Feedback auf. Darüber hinaus lässt sich festhalten, dass 80% der Informationen, die auf den Menschen einwirken, über das Auge aufgenommen werden.⁶³ Dieses Ergebnis, abgeleitet auf den Leap Motion Controller, bedeutet dass die Interaktion über ein visuelles Feedback verfügen sollte. Darüber hinaus ist ein akustisches Feedback möglich, wenn es die Umgebung zulässt und keine Störung anderer auslöst. Das haptische Feedback ist aus technischer Sicht auszuschließen, der Leap Motion Controller verfügt über keine Vibrationsfunktion die diesen Teilbereich abdecken könnte.

3.3.3 Manipulation der Desktop-Maus und Multitouch-Screen

In Abschnitt 2.1.2 wurde bereits die Definition der direkten Manipulation von Ben Shneidermann gegeben. Schwerpunkt der direkten Manipulation ist das Beeinflussen und Ausführen von Aktionen an grafischen Objekten (= Interface-Elementen). Dieses Prinzip vermittelt dem Anwender die Kontrolle über die virtuelle Welt. Zu Beginn der interaktiven Systeme und dem Aufkommen von *GUI* stand die Desktop-Maus für das Prinzip der direkten Manipulation. Doch seit der Entwicklung von berührungsempfindlichen Oberflächen ist die Form der direkten Manipulation noch direkter geworden, weil der Mensch über Gesten die Interface-Elemente manipulieren kann, ohne ein Eingabegerät zu verwenden.

Die Desktop-Maus dient als Verlängerung in den virtuellen Raum und basiert auf dem Prinzip der Zeigesteuerung, was bedeutet, dass der Anwender einen Mauszeiger (= Cursor) zur Verfügung hat, um grafische Objekte zu manipulieren.

Der Vorgang der direkten Manipulation bei der Desktop-Maus verläuft über das Anvisieren eines grafischen Objekts durch den Mauszeiger, danach erfolgt das Drücken der Taste und zuletzt das „Anfassen“ des Objekts. Durch das Bewegen der Desktop-Maus auf dem Schreibtisch kann das Objekt im Interface „verschoben“ werden, z. B. in einen anderen Ordner. Während des ganzen Ablaufs hat der Anwender den Vorgang im Blickfeld und sieht, was er tut.

⁶³ Vgl. Dahm, 2006: 41

Wie in der Einleitung bereits erwähnt, hat die Entwicklung der berührungsempfindlichen Oberflächen eine noch direktere Form der Manipulation hervorgebracht als die der Desktop-Maus.

Die direkte Manipulation bei Multitouch-Screens erfolgt nicht über die Zeigesteuerung, sondern über die Gesten des Anwenders.⁶⁴ Es ist die direkteste Form des Zeigens, mit dem Finger (Geste) auf einen Bildschirm zeigen bzw. tippen und ein Interface-Element manipulieren.⁶⁵ Darüber hinaus erkennt die Berührungsfläche mehrere Berührungen und nicht nur eine, wie beispielsweise bei der Pinch-Geste, wobei die Berührungsfläche lediglich zwei Finger erkennt. Bei dem Vorgang der direkten Manipulation über einen Multitouch-Screen visiert der Anwender das grafische Objekt an und verdeckt es während der Geste durch die Finger, wodurch der Anwender erst mal nicht weiß, was passiert.⁶⁶ Dieses Problem wird von einigen Anwendungen über das visuelle Feedback kompensiert.

Die Gegenüberstellung der beiden Technologien im Bereich der direkten Manipulation lässt folgende Bedeutung für den Leap Motion Controller ableiten. Der Leap Motion Controller ermöglicht dem Anwender wie bei der Desktop-Maus einen kompletten Überblick über das Interface, der Anwender sieht, was er manipuliert. Die Manipulation verläuft wie bei einem Multitouch-Screen über Gesten, jedoch werden die Gesten im Raum ausgeführt ohne physische Berührung mit einer Oberfläche oder einem Eingabegerät. Darüber hinaus kann man eine indirekte sowie eine direkte Manipulation erzeugen, je nachdem wie das System programmiert wird. Außerdem kann der Anwender mit beiden Händen oder mehreren Fingern gleichzeitig interagieren, welches die Möglichkeit erlaubt, Gesten zu entwickeln, wofür der Anwender beide Hände benötigt.

3.3.4 Ergonomie der Desktop-Maus und des Multitouch-Screen

In Abschnitt 2.5.1 wurde die Ergonomie gerätebasierter Interfaces beschrieben und eine Definition zu Software- und Hardware-Ergonomie vorgestellt. In diesem Kapitel

⁶⁴ Vgl. Dorau, 2011: 56

⁶⁵ Vgl. Preim, 2010: 276

⁶⁶ Vgl. Dorau, 2011: 56

werden die Eingabegeräte anhand ihrer Ergonomie untersucht, d. h. wie sie sich an die physischen Eigenschaften des Menschen anpassen.

Die Desktop-Maus wird in der MCI auch als Werkzeug bezeichnet und fällt unter die Hardware-Ergonomie. Bei der Bedienung der Desktop-Maus wird die Hand-, Arm- und Schultermuskulatur beansprucht. Außerdem muss der Anwender auf grob- und feinmotorische Fähigkeiten zurückgreifen, wenn er den Handballen anheben muss, um die Desktop-Maus zu bewegen.⁶⁷ Des Weiteren benötigt die Desktop-Maus eine ebene Fläche, auf der sie leichtgängig zu benutzen ist.⁶⁸ Die aufgezählten Eigenschaften setzen ergonomische Gestaltungsregeln voraus. Diese wurden durch Tests im Bereich der Arbeitswissenschaften von Ulla Wittig-Goetz und Regina Rundnagel herausgestellt:

- Form der Desktop-Maus
- Die Platzierung auf dem Schreibtisch
- Die Abwechslung des Handeinsatzes
- Die Nutzung andere Arbeitstechniken
- Tastenbedienung mit minimaler Fingerkraft
- Rückmeldung bei der Bestätigung⁶⁹

Die Grundsätze haben in erster Linie Einfluss auf die Arbeitsplatzgestaltung und nicht auf das Interface selber. Die Desktop-Maus sollte gut in der Hand des Anwenders liegen, sodass die Bedienung aus der neutralen Haltung ausgeführt wird, da die Muskulatur über den kompletten Bedienzeitraum angespannt ist. Das gilt auch für die ruhende Hand auf der Desktop-Maus. Des Weiteren soll die Desktop-Maus nah an der Tastatur bewegt werden, um eine Auswärtsdrehung des Armes zu vermeiden. Bei Einhaltung dieser Faktoren ist die Arbeit mit der Desktop-Maus ermüdungsfrei.⁷⁰ Der letzte Grundsatz ist entscheidend für die Interaktion über das Interface. Der Anwender sollte immer

⁶⁷ Vgl. Cooper, 2010: 353

⁶⁸ Vgl. Heinecke, 2004: 105

⁶⁹ Vgl. Wittig-Goetz, 2013: k.A.

⁷⁰ Vgl. Preim, 2010: 263

ein Feedback von der Anwendung bekommen. Dieser Punkt wurde schon in Abschnitt 3.3.2 konkreter beschrieben und analysiert.

Der Multitouch-Screen vereint bei einem mobilen Endgerät (iPhone) Ein- und Ausgabegerät in einem, sodass man hier nicht von einem Werkzeug spricht. Das Endgerät wird über Gesten bedient. Wie in Abschnitt 3.3.1 beschrieben, sollen die Interface-Elemente groß genug sein, damit die Geste das Ziel ohne Probleme antippen kann. Das hat zur Bedingung, dass das Interface grobmotorischer gestaltet werden muss, damit wie bei der Maus die fein- und grobmotorischen Fähigkeiten nicht überbeansprucht werden.

Ausgehend von dem Apple iPhone bestehen keine ergonomischen Probleme für die Interaktion zwischen Mensch und mobilem Endgerät (Smartphones). Die Geräte werden in der Hand gehalten, sind sehr leicht und ermöglichen aufgrund ihrer Größe das Erreichen jeder Stelle.⁷¹ Ausgenommen davon sind Multitouch-Monitore wie z.B. das Microsoft Surfac. Das Microsoft Surface wird an Arbeitsplätzen (Schreibtisch) verwendet und kann neben der Tastatur und Desktop-Maus auch über den Multitouch-Screen bedient werden. Die Steuerung über den Multitouch-Screen verlangt vom Anwender eine senkrechte Ausstreckung des Armes. Dies könnte das Gorilla-Arm-Syndrom beim Anwender hervorrufen, welches durch die andauernde horizontale Haltung zu Ermüdung und Schmerzen im Arm führt.⁷² Die Armhaltung bei der Bedienung des Microsoft Surface entspricht der des Leap Motion Controllers. Die Armmuskulatur bei der Bedienung von Microsoft Surface wird mehr beansprucht als bei der Desktop-Maus, es folgt eine schnellere Ermüdung der Muskulatur, was zur Folge hat, dass die Bedienung unterbrochen werden muss, damit sich die Muskulatur entspannen kann.⁷³ Abschließend ist festzuhalten, dass sich die bisherigen Normen und Richtlinien zur Ergonomie von Computer-Arbeitsplätzen ausschließlich mit der Interaktion von Desktop-Maus und Tastatur an einem Computerbildschirm befassen, nicht aber die Eingabe über berührungsempfindliche Oberflächen oder die berührungsfreie Interaktion.

⁷¹ Vgl. Phleps, 2011: k.A.

⁷² Vgl. Phleps, 2011: k.A.

⁷³ Vgl. Preim, 2010: 275

Die Schlussfolgerung der Ergonomie-Analyse hat nur eine geringere Bedeutung für den Leap Motion Controller. Gemeinsamkeiten liefert nur die Bedienung vom Microsoft Surface am Arbeitsplatz (Schreibtisch), durch die horizontale Ausstreckung des Armes, welches identisch zu der Bedienung des Leap Motion Controller ist. Daraus abgeleitet sollte die Eingabe über dem Leap Motion Controller dem Anwender Pausen ermöglichen, um seine Armmuskulatur zu entspannen.

Im nächsten Abschnitt werden Teile aus einer Masterarbeit vorgestellt. Diese zeigt auf, welche Grundsätze es für die ergonomische Eingabe von Gesten gibt.

Die Masterarbeit von Florian Gebauer stellte folgende Forschungsergebnisse von Michale Nielsen vor. Die Forschung befasste sich mit den ergonomischen Grundsätzen von Gesten und stellte folgende Richtlinien vor:

- Vermeidung von äußeren Positionen. Keine Überstreckung
- Ständige Wiederholung vermeiden
- Muskeln Gelegenheit zur Entspannung geben
- Entspannte Haltung ermöglichen
- Statische Haltung vermeiden
- Externe sowie interne Krafteinwirkungen auf Gelenke vermeiden⁷⁴

Die vorgestellten Richtlinien haben folgende Bedeutung auf die ergonomische, berührungslose, gestenbasierte Eingabe über den Leap Motion Controller.

Bei der Konzeption von Gesten sollte beachtet werden, dass diese nicht zu komplex sind. Gesten sollten durch einfache Handbewegungen gestaltet werden und keine langen Interaktionsstrecken verwenden, um die Armmuskulatur nicht zu überbeanspruchen. Des Weiteren sollten Elemente, die durch eine Touch-Eingabe gesteuert werden, schnell erreichbar sein. Das System sollte bei der gestenbasierten Eingabe eine gewisse Toleranz gegenüber dem Anwender besitzen, geringe Toleranz führt zu Fehleingabe und dann zum Frust des Anwenders.⁷⁵ Die hohe Toleranz bei der gestenbasierten Eingabe unterstreicht erneut die Bedeutung der Größe von Interface-Elemente, denn dadurch sinkt die Wahrscheinlichkeit der Fehleingabe.

⁷⁴ Vgl. Gebauer, 2012: 56

⁷⁵ Vgl. Gebauer, 2012: 56

4 Konzept Leap Motion Controller

In diesem Kapitel wird aufbauend auf den Grundlagen von Kapitel zwei und der Analyse in Kapitel drei ein Interaktionskonzept für den Leap Motion Controller entwickelt. Das Konzept soll die Bedienung von Präsentationen (Microsoft Powerpoint) über die berührungslose, gestenbasierte Eingabe beschreiben.

Anhand des Konzepts werden die Grundlagen und Analyseergebnisse aufgegriffen und die Gestaltung von Interaktion und Interface abgeleitet. Dazu wird zu Beginn in Abschnitt 4.1 das Konzept für die „Intro-Seite“ vorgestellt, darüber hinaus wird die Gestaltung der Gesten beschrieben anhand der indirekten Manipulation. Der folgende Abschnitt 4.2 beschreibt die Hauptseite: „Home“ der Anwendung und stellt die Metapher für das Interface und die Gestaltung der Interface-Elemente vor. Abschließend werden in Abschnitt 4.3 die Präsentationsanwendung vorgestellt und die verwendeten mentalen Modelle beschrieben. Des Weiteren wird der Analysepunkt: Ergonomie mit eingebracht und auf die Anordnung der Interface-Elemente bezogen.

4.1 Konzept: Intro-Seite

Das Natural-User-Interface sieht die Manipulation der Interface-Elemente durch Gesten vor, unterstützt wird der Anwender durch die OCGM-Metapher (Abschnitt 2.3.3), welche besagt, dass der Mensch schon im Alter von 9 Monaten Gesten erkennt und ausführen kann. Außerdem verlangt die Gesture-Metapher eine Interaktion über Gesten, bei der die Interpretation erst dann erfolgen kann, wenn sie komplett ausgeführt wurde. Abgeleitet aus der Analyse in Abschnitt 3.3.3, werden die Gesten in diesem Konzept von der Eingabe durch Gesten bei Multitouch-Screens abgeleitet. Das verwendete Gestenvokabular setzt sich aus Standardgesten aus den Human-Interface-Guidelines von Apple und Android zusammen. Der Marktanteil beider Betriebssysteme auf mobilen Endgeräten beläuft sich zusammen auf 95% weltweit, Apple 14,8% und Android 80,2%⁷⁶. Daraus lässt sich schließen, dass ein großer Anteil der Anwender die Gesten in seinem mentalen Modell verankert hat, die Interaktion intuitiv und natürlich verläuft. Des Weiteren werden dadurch die kognitiven Fähigkeiten nicht überbeansprucht und die Kapazität des Kurzzeitgedächtnisses entlastet. Das Kurzzeitgedächtnis bietet Platz

⁷⁶ Vgl. <http://de.statista.com>

für 7 +/-2 Elemente und kann bei nur drei Gesten sehr schnell darauf zurückgreifen.⁷⁷ In Abschnitt 3.3.3 wurde des Weiteren herausgestellt, dass die Manipulation direkt oder indirekt erfolgen kann, je nach Technologie. In diesem Konzept wird die indirekte Form verwendet, weil das interaktive System ein Eingabegerät (Leap Motion Controller) sowie ein Ausgabegerät (Bildschirm) benötigt (s. auch Computer und Desktop-Maus). Ein weiterer Punkt für die indirekte Manipulation ist die Verwendung von einer Zeigesteuerung, diese wird in Abschnitt 4.2 im Zusammenhang mit dem visuellen Feedback konkreter beschrieben.

Das Intro der Anwendung fungiert als Erklärung für die Interaktion mit dem interaktiven System. Es soll dem Anwender die Möglichkeiten aufzeigen, wie man mit der Anwendung über Gesten im berührungslosen Raum interagieren kann. Zu Beginn wird dem Anwender die Intro-Seite (Abbildung 12) angezeigt, diese beinhaltet einen Willkommtext und einen Button (Skip), mit dem er das Intro überspringen kann, falls er das Tutorial bereits durchlaufen hat.



Abbildung 12: Intro-Seite der Anwendung

Die Startseite bleibt für 10 sec. stehen, damit der Anwender sich einen Überblick verschaffen kann, und wird dann ausgeblendet.

⁷⁷ Vgl. Dahm, 2006: 75

Anschließend werden dem Anwender die drei Gesten vorgestellt, die er zur Interaktion mit dem Interface verwenden kann. Die Gesten werden zuerst als Animation angezeigt, danach wird der Anwender dazu aufgefordert, die vorgestellte Geste selber auszuführen. Zuerst wird dem Anwender eine Animation der Swipe-Geste vorgestellt. Die Swipe-Geste dient zur Navigation innerhalb des Präsentationsmodus.



Abbildung 13: Wireframes für das Tutorial der Swipe-Geste

Die Ausführung der Swipe-Geste erfolgt mit der kompletten Handfläche, die sich von rechts nach links bewegt (Abbildung 13 links). Ähnlich wie die Swipe-Geste bei einem Smartphone, dort wird sie jedoch nur mit einem Finger ausgeführt. Danach wird der Anwender dazu aufgefordert, die Geste selber auszuführen, um so zum nächsten Schritt des Tutorials zu gelangen (Abbildung 13 rechts).

Danach folgt die Pinch-Geste (Abbildung 14 links). Sie ermöglicht dem Anwender das Heranzoomen innerhalb einer Präsentation. Dabei wird der Daumen und Zeigefinger auseinandergespreizt. Zur Orientierung seiner beiden Finger wird dem Anwender eine visuelles Feedback im Interface gegeben (Abbildung 14 rechts), dazu folgt im Abschnitt 4.2 eine konkretere Beschreibung. Mit der Durchführung der Pinch-Geste gelangt der Anwender zum letzten Tutorial.



Abbildung 14: Wireframes für das Tutorial der Pinch-Geste

Bei der letzten Geste handelt es sich um die Tap-Geste (Abbildung 15 links). Wie bei der Pinch-Geste wird dem Anwender ein visuelles Feedback im Interface angezeigt (Abbildung 15 rechts). Der Ablauf erfolgt nach dem Prinzip der zuvor beschriebenen Gesten. Mit der Ausführung des letzten Tutorials gelangt der Anwender zur Home-Seite.

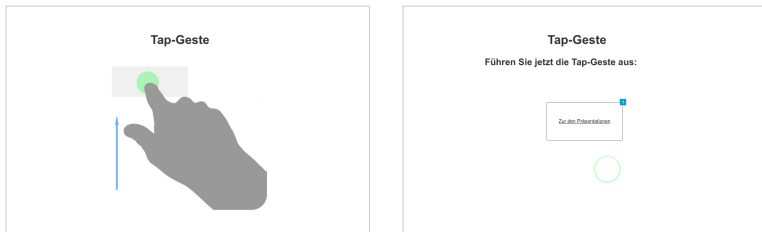


Abbildung 15: Wireframes für das Tutorial der Tap-Geste

Die Tutorials dienen dazu, dem Anwender ein Gefühl für die berührungslose Interaktion zu vermitteln und ihm die neuartige Technologie spielerisch näher zu bringen.

4.2 Konzept: Home

Nachdem der Anwender das Tutorial durchlaufen hat, gelangt er auf die Home-Seite (Startseite). Die Seite zeigt dem Anwender eine Auswahl an Präsentationen (Abbildung 16), die er mithilfe der Tap-Geste auswählen und anschauen kann. Des Weiteren hat er die Möglichkeit, über den Zurück-Button in der oberen linken Ecke zurück zum Intro-Screen zu gelangen, um gegebenenfalls das Tutorial neu zu durchlaufen.

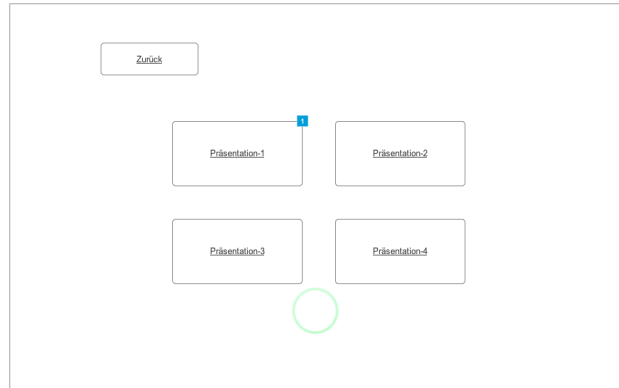


Abbildung 16: Wireframe für die Home-Seite

Um eine Präsentation zu selektieren, muss er seine Hand in Richtung des Rechtecks bewegen. Damit der Anwender weiß, wo sich sein Finger im Interface befindet, erhält er ein visuelles Feedback in Form eines Kreises (= Cursor). Per Zeigesteuerung über den Finger, kann er den Kreis in Richtung *Object* bewegen und diese mit der Tap-Geste auswählen und gelangt so zur Präsentation, welche in Abschnitt 4.3 näher erläutert wird.

Die in diesem Konzept dargestellten Interface-Elemente sind von der grundlegenden OCGM-Metapher (Abschnitt: 2.3.3) eines *NUI* abgeleitet. Die Interface-Elemente werden als *Object-Metapher* bezeichnet (Abschnitt: 2.3.3) und enthalten Daten oder Inhalte, in diesem Fall enthalten sie Präsentationen über das Unternehmen GREY. Diese können über die Tap-Geste manipuliert werden. Die dargestellten *Objects* stellen durch die gleiche Größe eine Beziehung zueinander her, welches dem Anwender verdeutlicht, dass sie alle auf der gleichen Hierarchieebene positioniert sind, dabei handelt es sich um die *Container-Metapher* (Abschnitt: 2.3.3). Der Zurück-Button hingegen stellt keine Beziehung zu den größeren *Objects* dar und wird als weniger wichtig von dem Anwender interpretiert. Daraus folgt, dass größere Interface-Elemente in einem *NUI* wichtiger sind als kleinere bzw. bei größeren *Objects* handelt es sich um Daten/Inhalte

und kleinere dienen zur Navigation. Außerdem werden die Interface-Elemente durch die Farbgebung ausgezeichnet. Über die Farbe und den Kontrast kann ein Leitsystem strukturiert werden.⁷⁸ Darüber hinaus wird der Quantitätskontrast verwendet, dabei handelt es sich um ein Ungleichgewicht an Farbmengenverteilung beim Kontrast, wodurch lassen sich Inhalte und funktionale Aspekte differenzieren lassen.⁷⁹ Daraus folgt, dass inhaltliche Interface-Elemente einen Grauton als Farbwert bekommen, im Kontrast dazu erhalten Navigationselemente eine knallige Farbe, z. B. Orange, welche den Anwender dazu anregen soll zu interagieren.

Darüber hinaus fließt in diesem Konzept das WIMP-Konzept mit ein. Der Leap Motion Controller übernimmt als Eingabegerät das Prinzip des *Pointing Devices* (Zeigegerät). Über die Fingerspitze des Anwender wird der Cursor (in diesem Konzept der Kreis) im Interface angezeigt, die Tap-Geste und Pinch-Geste dienen als sog. Verlängerung in den virtuellen Raum und ermöglichen die Ausführung von Aktionen, so wie die Tasten bei der Desktop-Maus (Abschnitt: 3.1). Wird die jeweilige Geste ausgeführt, wird der Kreis ausgefüllt, so weiß der Anwender, dass die Interaktion erfolgreich war. Des Weiteren dient der Cursor als visuelles Feedback für den Anwender. In Abschnitt 3.3.2 wurde das visuelle Feedback als das Hauptfeedback des interaktiven Systems für den Leap Motion Controller herausgestellt, da der Mensch über den Sehsinn die meisten Informationen aufnimmt. Das visuelle Feedback wird ebenfalls bei den Interface-Elementen (Buttons) eingesetzt. Berührt der Cursor durch das Ausführen der Tap-Geste das Interface-Element, bekommt der Anwender ein visuelles Feedback in Form eines Farbwechsels des Buttons.

Das haptische Feedback kann aufgrund der Beschaffenheit des Leap Motion Controller ausgeschlossen werden. Das akustische Feedback könnte als optionales Feedback fungieren, jedoch sind an dem GREYcade keine Lautsprecher angeschlossen, sodass der Anwender den Ton nicht wahrnehmen könnte.

⁷⁸ Vgl. Stapelkamp, 2007: 64

⁷⁹ Vgl. Stapelkamp, 2007: 64

4.3 Präsentationsmodus

Nachdem der Anwender über die Tap-Geste die Präsentation ausgewählt hat, erscheint diese Fullscreen auf dem Bildschirm. Darüber hinaus erscheinen drei Interface-Elemente (Abbildung 17), die zur Navigation verwendet werden können. Alle drei Interface-Elemente können über die Tap-Geste gesteuert werden, diese wurde bereits in Abschnitt 4.1. näher erläutert. Der Zurück-Button bringt den User zur Home-Seite zurück, die anderen beiden Buttons: - vorherige Seite und nächste Seite - ermöglichen dem Anwender, sich durch die Präsentation zu blättern. Die drei Buttons werden zu Beginn jeder Präsentation eingeblendet und dann wieder ausgeblendet, so weiß der Anwender, dass es diese Buttons gibt. Sobald der Anwender versucht, über die Tap-Geste zu interagieren, werden die Buttons wieder eingeblendet. Falls der Anwender ein anderes mentales Modell verfolgt, kann die Blätter-Funktion zusätzlich auch über die Swipe-Geste (Abbildung 17) ausgeführt werden.

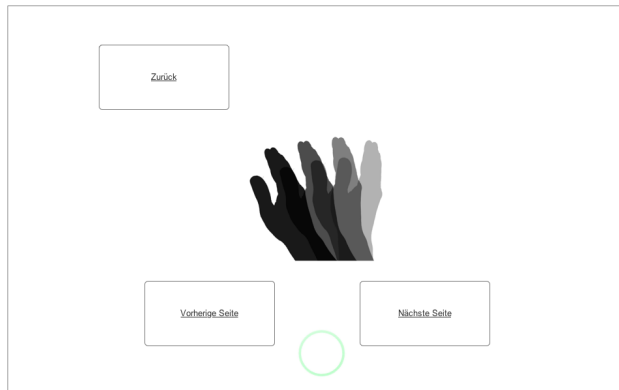


Abbildung 17: Wireframe für den Präsentationsmodus

Die gewählten Interaktionsmechanismen: Interaktion über eine Geste und Manipulation über eine Geste mithilfe der Zeigesteuerung wurden so gewählt, dass die bestehenden mentalen Modelle bedient werden, welche bei der Nutzung von Smartphone und Desktop-Maus gebildet wurden.

Der Analysepunkt: Präzision (Abschnitt: 3.3.1) hat ergeben, dass bei einer Interaktion über Gesten die Interface-Elemente ausreichend groß gestaltet sein müssen, damit der

Anwender problemlos mit dem System interagieren kann. Darüber hinaus ergibt sich aus dem *Fitt's Law*, dass Ziele mit einem größeren Durchmesser schneller und einfacher zu treffen sind als kleinere.⁸⁰

Die Anordnung der Interface-Elemente ergibt sich aus dem Abschnitt 3.3.4, bei der Eingabe von Gesten nimmt der Anwender eine besondere, für ihn ungewöhnliche Armhaltung ein. Die Ausgangshaltung sieht vor, dass er seinen Arm in einem 90° Winkel über den Leap Motion Controller streckt. Um die andauernde Armhaltung zu vermeiden, werden die Interface-Elemente in der Benutzerschnittstelle nahliegend angeordnet, mit Rücksicht auf das Gestaltgesetz der Nähe. Das Gestaltgesetz der Nähe besagt, dass dicht bei einander liegende Elemente als zusammengehörig wahrgenommen werden.⁸¹ Dieser Eindruck darf beispielweise bei den Buttons: - vorherige Seite und nächste - Seite nicht passieren, weil sie unterschiedliche Funktionen aufweisen. Des Weiteren untermauert die Platzierung der Buttons im Interface die Prioritäten der Funktionen. In diesem Fall ist oben eine „Sekundärplatzierung“ und unten die „Primärplatzierung“ – die wichtigen Interface-Elemente (vorherige Seite und nächste Seite) befinden sich im unteren Bereich, sie sind aus ergonomischer Sicht einfacher zu erreichen. Ein weiterer Punkt für die Entlastung der Armmuskulatur ist die Interaktionsaufgabe an sich, der Anwender gelangt durch einfache Gesten zur Präsentation. Während er sich die einzelnen Seiten der Präsentation durchliest, kann der Anwender seinen Arm entlasten.

⁸⁰ Vgl. Gebauer, 2012: 61

⁸¹ Vgl. Stapelkamp, 2007: 24

5 Zusammenfassung und Fazit

Das Thema: „Die Entwicklung moderner Eingabegeräte und die Auswirkung auf Interface- und Interaktionsdesign“ wurde in dieser Bachelorarbeit ausführlich bearbeitet. Das Ziel der Bearbeitung bestand darin, bestehend auf den Grundlagen von Graphical-User-Interface, Natural-User-Interface und der Analyse von modernen Eingabegeräten, ein Interaktionskonzept für den Leap Motion Controller abzuleiten.

Kapitel 1 befasste sich mit dem neuartigen Eingabegerät Leap Motion Controller und stellte die Funktionsweise vor. Im Kapitel 2 wurde zunächst die Mensch-Computer-Interaktion beschrieben und einzelne Entwicklungsetappen vorgestellt. Dabei spielte die objektorientierte Programmierung eine essentielle Rolle, welche die Mensch-Computer-Kommunikation prägt. Der Computer hatte jetzt die Möglichkeit, grafische Objekte anzuzeigen, die mit Daten und Funktionen bestückt sind. Markus Dahm spricht davon, dass die Computer jetzt interaktiv sind und auf Eingaben über die Tastatur oder die Desktop-Maus direkt reagieren.⁸² Um die Interaktion zu ermöglichen wurde das Graphical-User-Interface entwickelt, welches dazu diente, die grafischen Objekte anzuzeigen und zu manipulieren. Als Grundlagen für das *GUI* wurde das WIMP-Prinzip verwendet, welches die Standard-Interface-Elemente und das primäre Eingabegerät, das Zeigegerät (Desktop-Maus), vorgeben. Des Weiteren besteht das *GUI* auf der Desktop-Metapher, die Metapher basiert auf den realen Objekten eines Schreibtischs, die in den virtuellen Raum abgeleitet sind. Dadurch kann der Anwender sein mentales Modell abrufen, welches er bei der Arbeit am Schreibtisch entwickelt hat, auf das Interface ableiten und entsprechend interagieren. Aus den vorgestellten Prinzipien kann man ableiten, dass ein interaktives System mit einem *GUI* aus zwei Geräten besteht: der Desktop-Maus als Eingabegerät und dem Bildschirm als Ausgabegerät, worüber der Anwender die Rückmeldung (Feedback) erhält. Stellvertretend für das *GUI* wurde die Desktop-Maus als Eingabegerät definiert und in Kapitel 3 die Entwicklung vorgestellt.

Abschließend wurde in Kapitel 2 das *Natural-User-Interface* vorgestellt. Dabei handelt es sich um eine Benutzerschnittstelle, die auf bereits bestehende Fähigkeiten des An-

⁸² Vgl. Dahm, 2006: 32

wenders zurückgreift. Mit bestehenden Fähigkeiten ist die Eingabe über Gesten gemeint. Als Pendant zum WIMP-Prinzip wird bei einem *NUI* die OCGM-Metapher verwendet, Object-Metapher und Container-Metapher stehen für Interface-Elemente, über die der Anwender interagieren kann. Stellvertreter für das NUI ist das Apple iPhone und die Multitouch-Screen Technologie.

Nachdem die Grundlagen vorgestellt wurden, befasst sich das Kapitel 3 mit der Entwicklung der Eingabegeräte, im ersten Abschnitt stand die Entwicklung der Desktop-Maus im Fokus. Diese hat sich stets weiterentwickelt, die Anzahl der Tasten wurden mal mehr, mal weniger. Heutzutage hat eine Standardmaus 2 Tasten und ein Scrollrad. Mit den Tasten werden grafische Objekte manipuliert und mit dem Scrollrad kann sich der Anwender durch die Anwendung navigieren. Außerdem hat Apple 2007 die erste Desktop-Maus mit berührungsempfindlicher Oberfläche auf den Markt gebracht, diese ist nicht nur per Tastendruck, sondern auch per Gesten steuerbar. Das zweite Eingabegerät bzw. kombinierte Ein- und Ausgabegerät ist das iPhone mit der berührungsempfindlichen Oberfläche. Das iPhone verwendet die Technologie einer kapazitiven Oberfläche und wird über die Eingabe von Gesten gesteuert. In dieser Arbeit wurde der Begriff Multitouch-Screen verwendet. Beide Geräte wurden anhand von vier Kriterien analysiert (Präzision, Manipulation, Feedback und Ergonomie). Ziel der Analyse war es, aus den bestehenden Eingabegeräten die Anforderungen an ein Interaktionskonzept des Leap Motion Controller abzuleiten.

Die abgeleiteten Anforderungen wurden im Interaktionskonzept implementiert und werden an dieser Stelle zusammen mit Kapitel 4 vorgestellt. Das Konzept in Abschnitt 4 beschreibt eine Anwendung, bei der sich der Nutzer über die berührungslose Interaktion Präsentationen auswählen und anschauen kann.

Im ersten Abschnitt wurde die Intro-Seite vorgestellt, diese erklärt dem Anwender mithilfe von Animationen und einer Teststrecke, wie die Anwendung funktioniert. Das Gestenvokabular wurde von den Human-Interface-Guidelines von Apple und Android abgeleitet, die die Standardgesten bei der Benutzung von Smartphones definiert haben. Dabei kann der Anwender auf gelernte Fähigkeiten zurückgreifen und erfüllt damit einen Teil des Natural-User-Interfaces. Darüber hinaus wurde für das System die indirekte Manipulation gewählt, abgeleitet von dem Analysepunkt: Manipulation. Der Finger fungiert als Zeigesteuerung wie die Desktop-Maus und wird im Interface als Cursor dargestellt.

In Abschnitt 4.2 wurde die Home-Seite beschrieben, bei der die Interface-Elemente von der Object-Metapher und Container-Metapher eines *NUIs* abgeleitet wurden. Das visuelle Feedback wurde als primäres Feedback definiert, welches der Anwender in Form eines Cursors im Interface dargestellt bekommt. Außerdem reagieren die Interface-Elemente (Buttons) mit einem Farbwechsel, wenn diese von dem Cursor über die Tap- oder Pinch-Geste berührt werden.

Abschnitt 4.3 zeigt dem Anwender die ausgewählte Präsentation. Der Interaktionsmechanismus verfügt über zwei Methoden, die Navigation der Seiten per Swipe-Geste oder über Buttons (Icons). So werden beide Prinzipien von GUI und NUI abgedeckt. Die Größe der Interface-Elemente wurde anhand der Präzision in Abschnitt 3.3.1 definiert. Dabei hat sich herausgestellt, dass bei der Interaktion über Gesten die Interface-Elemente groß genug sein müssen, damit der Anwender diese trifft. Zum Schluss wurden die ergonomischen Faktoren beschrieben. Durch einfache Gesten und kurze Interaktionsstrecken wird die Armmuskulatur entlastet.

Zu Beginn der Mensch-Computer-Interaktion bestand das interaktive System aus einem Eingabegerät (Desktop-Maus) und einem Ausgabegerät (Bildschirm), die Gestaltung beruht dabei auf dem Ansatz des Graphical-User-Interfaces. Durch die Entwicklung der berührungsempfindlichen Oberflächen-Technologie wurde aus zwei Geräten ein Gerät (Verschmelzung von Ein- und Ausgabegerät).

Für die Eingabe werden jetzt die Finger verwendet, die direkt mit dem Bildschirm interagieren und so über verschiedene Gesten die Interface-Elemente manipulieren können. Das System benötigte keine Desktop-Maus mehr, wodurch die Zeigesteuerung ebenfalls wegfiel. Dieser Faktor hat zur Folge, dass das WIMP-Prinzip und die Desktop-Metapher bei der Gestaltung des Interfaces keine tragende Rolle mehr spielen.

Daraus entwickelte sich das Natural-User-Interface, welches als Grundlage für Multitouch-Screen-Anwendung verwendet wird. Grundlage zur Gestaltung des Interfaces ist die OCGM-Metapher.

Die verschiedenen Entwicklungsetappen der Eingabegeräte und Technologien, die in dieser Arbeit vorgestellt wurden, zeigen auf, welche Auswirkungen die Entwicklung auf das Interface- und Interaktionsdesign haben. Die Auswirkungen des neuen Eingabege-

räts (The Leap Motion Controller) verbinden teilweise die bestehenden Benutzerschnittstellen (*GUI* und *NUI*).

Das Interfacedesign muss folgende Faktoren beachten: Die Interface-Elemente müssen eine bestimmte Größe aufweisen, damit der Anwender sie problemlos treffen kann. Durch die geringe Präzision muss ebenfalls die Interaktionsaufgabe berücksichtigt werden. Das Bearbeiten von Grafiken per Photoshop ist (noch) nicht möglich. Das bedeutet, dass Interaktionsaufgaben, bei denen eine hohe Präzision gefordert ist, mit dem Leap Motion Controller nicht ausgeführt werden können. Darüber hinaus sollten die Elemente im Interface eine kompakte Anordnung haben, lange Strecken mit der Hand, um an ein Element zu gelangen, sind aus ergonomischer Sicht nicht gut.

Die ergonomischen Faktoren haben ebenfalls Auswirkung auf das Interaktionsdesign. Beginnend mit der Gestaltung von Gesten, sollten diese recht einfach sein. Komplexe Gesten überfordern den Anwender und erschweren eine Interaktion. Darüber hinaus sollten die Gesten mit einer 90°-Armhaltung angenehm auszuführen sein, da die Armmuskulatur schon ausreichend durch die Armstreckung beansprucht wird, die es benötigt, um über das Eingabegerät überhaupt zu interagieren.

Eine weitere Bedeutung hat die Verwendung von bereits bestehenden Konzepten/Metaphern von *GUI* und *NUI*. Der Anwender ist damit bereits vertraut und kann auf bestehende mentale Modelle zurückgreifen, welche die Interaktion vereinfachen und die kognitiven Fähigkeiten nur minimal beanspruchen.

Die in der Arbeit aufgestellten Bedeutungen für die berührungslose Interaktion sollen zur Orientierung nachfolgender Konzepte genutzt werden und gegebenenfalls als Richtlinien fungieren. Zugleich sollte sich die Entwicklung damit befassen, ein feststehendes Gestenvokabular zu definieren und klare Interaktionsaufgaben beschreiben, welche auf Grundlagen der berührungslosen Interaktion basiert. Der mit Abstand wichtigste Forschungspunkt ist die Ergonomie. Durch den hohen Aufwand diverser Muskelgruppen ist die Interaktion sehr anstrengend und schlägt auf die Physis des Anwenders, sodass der nach kurzer Zeit die Interaktion abbrechen wird. Ansätze zur Verbesserung der Ergonomie suchen die Entwickler von Xbox Kinect bei der Gebärdensprache.

Es bleibt abzuwarten, ob dieser Ansatz erfolgreich sein wird. Bis dahin wird der Leap Motion Controller aufgrund der geringen Präzision und der anstrengenden Armhaltung nicht im Büroalltag implementiert werden, sondern eher im Bereich Gaming (Spiele) seine Daseinsberechtigung finden. Damit bleibt das interaktive System von Desktop-Maus und Bildschirm erst einmal das primäre Gerätesystem am Arbeitsplatz. Ob dieses durch die Multitouch-Technologie ersetzt werden wird, bleibt abzuwarten.

Ein weiteres interaktives System, welches an Bedeutung gewinnen könnte, wäre das sprachbasierte Interface, welches heute schon im Apple iPhone zu finden ist. Der Anwender benötigt gar kein Eingabegerät mehr, sondern nur noch einen Bildschirm. Über Signalprozessoren wird die Sprache des Anwenders aufgenommen und erkannt, der Anwender sagt der Anwendung, welche Funktion sie ausführen soll. Mithilfe von Siri, eine Art imaginäre Assistentin, kann der Anwender über die gesprochene Sprache den Wecker einstellen, Textnachrichten erstellen oder jemanden anrufen lassen.

Mit Blick in Richtung Zukunft könnte das Artificial-User-Interface auf Basis des sprachbasierten Interfaces die Lösung für alles sein. Diese Art von Interface wird in dem Film „Her“ anschaulich dargestellt. Der Anwender kommuniziert über die Stimme mit einer künstlich geschaffenen Frau. Während der Interaktion entwickelt sich die imaginäre Frau immer weiter, die Beziehung wird immer intimer. Das System lernt die Fähigkeiten eines echten Menschen, es kann emotional sein oder Empathie für den Anwender entwickeln.

Für alle neuen interaktiven Systeme gilt, dass sie sich mit den Benchmarks messen lassen müssen, bevor sie den Sprung in den Alltag der Mensch-System-Interaktion schaffen.

Literaturverzeichnis

Fachliteratur

Alan, Cooper u.a.: About Face. Interface und Interaction Design, Heidelberg u.a. 2010

Andreas, M. Heinecke: Mensch-Computer-Interaktion. München u.a. 2004

Ben, Shneiderman: Direct manipulation: A step beyond programming languages. Maryland 1983.

Ben, Shneidermann/ Catherine, Plaisant: Designing the User Interface. Strategies for effective human-computer interaction, 4.Auflage, Boston u.a. 2005

Bernhard, Preim/ Raimund, Dachsel: Interaktive Systeme. Grundlagen, Graphical User Interfaces, Informationsvisualisierung, 2.Auflage, Berlin u.a. 2010

Cyrus, Dominik Khazaeli: Systemisches Design. Intelligente Oberflächen für Informationen und Interaktion, Reinbek bei Hamburg 2005

Donald, A. Norman: The invisible computer: Why good products can fail, the personal computer is so complex, and information appliances are the solution. Cambridge 1998

Ivo, Wessel: GUI-Design. Richtlinien zur Gestaltung ergonomischer Windows-Applikationen, 2., aktualisiert und bearbeitete Auflage, München u.a. 2002

Jef, Raskin: Das intelligente Interface. Neue Ansätze für die Entwicklung interaktiver Benutzerschnittstellen, München 2001

Jesse, J. Garrett: Die Elemente der User Experience. Anwenderzentriertes (Web-) Design, München 2012

Klass, Wilhelm Bollhoefer u.a.: Microsoft Surface und das Natural User Interface (NUI), Berlin 2009

Lev, Manovich: The language of new media. Cambridge 2002

Lothar, Bräutigam/ Wolfgang Schneider: Projektleitfaden Software-Ergonomie. Wiesbaden 2003

Markus, Dahm: Grundlagen der Mensch-Computer-Interaktion. München u.a. 2006

Michael, Herczeg: Software-Ergonomie. Grundlagen der Mensch-Computer-Kommunikation, 2., vollständig überarbeitete Auflage, Oldenbourg u.a. 2005

Rainer, Dorau: Emotionales Interaktionsdesign. Gesten und Mimik interaktiver Systeme, Berlin u.a. 2011

Torsten, Stapelkamp: Screen- und Interfacedesign. Gestaltung und Usability für Hard- und Software, Berlin u.a. 2007

Torsten, Stapelkamp: Web X.0 Erfolgreiches Webdesign und professionelle Webkonzepte. Gestaltungsstrategien, Styleguides und Layouts für stationäre und mobile Medien, Berlin u.a. 2010

Torsten, Stapelkamp: Interaction- und Interfacedesign. Web-, Game-, Produkt- und Systemdesign ; Usability und Interface als Corporate Identity, Berlin u.a. 2010

Wolfgang, Schneider: Ergonomische Gestaltung von Benutzungsschnittstellen. 2., vollständig überarbeitete Auflage, Berlin u.a. 2008

Internetquellen

Andreas, Floemer: Leap Motion: millimetergenaue 3D-Bewegungssteuerung als Kinect-Konkurrenz. 22. Mai 2012, <http://t3n.de/news/leap-motion-millimetergenaue-389145/> (Zugriff am 16.06.2014).

Alexander, Phleps: Entwicklung eines Multitouch-Konferenztisches. 7. Oktober 2010, <http://www.user.tu-berlin.de/komm/CD/paper/061512.pdf> (Zugriff am 15.06.2014).

Dritterraum: Leap Motion Gestensteuerung für Software, k.A., <http://dritterraum.de/leistungen/leap-motion-gestensteuerung-fuer-software> (Zugriff am 16.06.2014).

Florian, Gebauer: Gestenbasierte Interfaces. Konzeption und Entwicklung unter Verwendung der Microsoft Kinect, Februar 2012, http://www.gm-fh-koeln.de/~hk/lehre/sgmci/ss2012/material/Masterarbeit_Gebauer-2012-02.pdf (Zugriff am 15.06.2014).

Joshua, Blake: The Natural User Interface Revolution. In: Natural User Interfaces in .Net, k.A. 2010 http://www.manning.com/blake/MEAP_Blake_ch01.pdf (Zugriff am 15.06.2014).

Michael, Gorman: Leap Motion gesture control technology hands-on, 25. Mai 2012, <http://www.engadget.com/2012/05/25/leap-motion-gesture-control-technology-hands-on/> (Zugriff am 16.06.2014).

Ron, George/ Joshua Blake: Objects, Containers, Gestures, and Manipulations: Universal Foundational Metaphors of Natural User Interfaces, 5. April 2010, http://openexhibits.org/wp-content/uploads/papers/George_Blake_OCGM.pdf (Zugriff am 15.06.2014).

Statista: Prognose zu den Marktanteilen der Betriebssysteme am Absatz vom Smartphones weltweit in den Jahren 2014 und 2018. k.A., <http://de.statista.com/statistik/daten/studie/182363/umfrage/prognostizierte-marktanteile-bei-smartphone-betriebssystemen/> (Zugriff am 15.06.2014).

Ulla, Wittig-Goetz/ Regine, Rundnagel: Maus, Stift, Touchpad und Co. ergonomische Anforderungen an Eingabegeräte, 8. November 2013, <http://www.ergo-online.de/site.aspx?url=html/arbeitsplatz/hardware/maus.htm> (Zugriff am 16.06.2014).

Wolfgang, Henseler: Die nächste Generation des Interfacedesigns. Von GUI zu NUI, 14. Januar 2010, <http://webmagazin.de/design/Von-GUI-zu-NUI> (Zugriff am 15.06.2014).

Eigenständigkeitserklärung

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und nur unter Verwendung der angegebenen Literatur und Hilfsmittel angefertigt habe. Stellen, die wörtlich oder sinngemäß aus Quellen entnommen wurden, sind als solche kenntlich gemacht. Diese Arbeit wurde in gleicher oder ähnlicher Form noch keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegt.

Düsseldorf, 01.07.2014

Ort, Datum

Vorname Nachname